



The Korean Society of Clean Technology

2017

한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집

일정 : 2017.3.29(수)~31(금) 장소 : 부산 웨스턴 조선 호텔 주최 : 한국청정기술학회
후원 : 초저에너지 자동차 초저배출 사업단, (주)슈가엔, 바이오연료포럼, CCP융합연구단,
화학소재상용화지원센터, 결정기능화공정기술 센터, (주)정림, 씨에스에너지(주),
국가청정생산지원센터, FEP 융합사업단, 고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부



대한민국 지속가능산업발전의 촉매
한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

KNPCPC

Korea National Cleaner Production Center

짧은 시간에 기적의 경제 성장을 이룬 대한민국이
경제 성장과 환경 보호라는 2가지 요소를 중심으로 창조경제 실현의 기틀을 마련하고자 합니다.
KNPCPC는 대한민국의 지속가능한 산업발전을 위해 최선의 노력을 다하고 있습니다.



KNPCPC의 주요 활동

- 청정생산 등 산업환경 정책 개발
- 재제조, 도시광산 등 자원순환 산업 기반 구축
- 녹색경영 활성화 사업 추진
- 국내·외 환경규제 대응





기후변화 대응형

초청정 미래에너지 생산기술 연구를 수행하고 있습니다

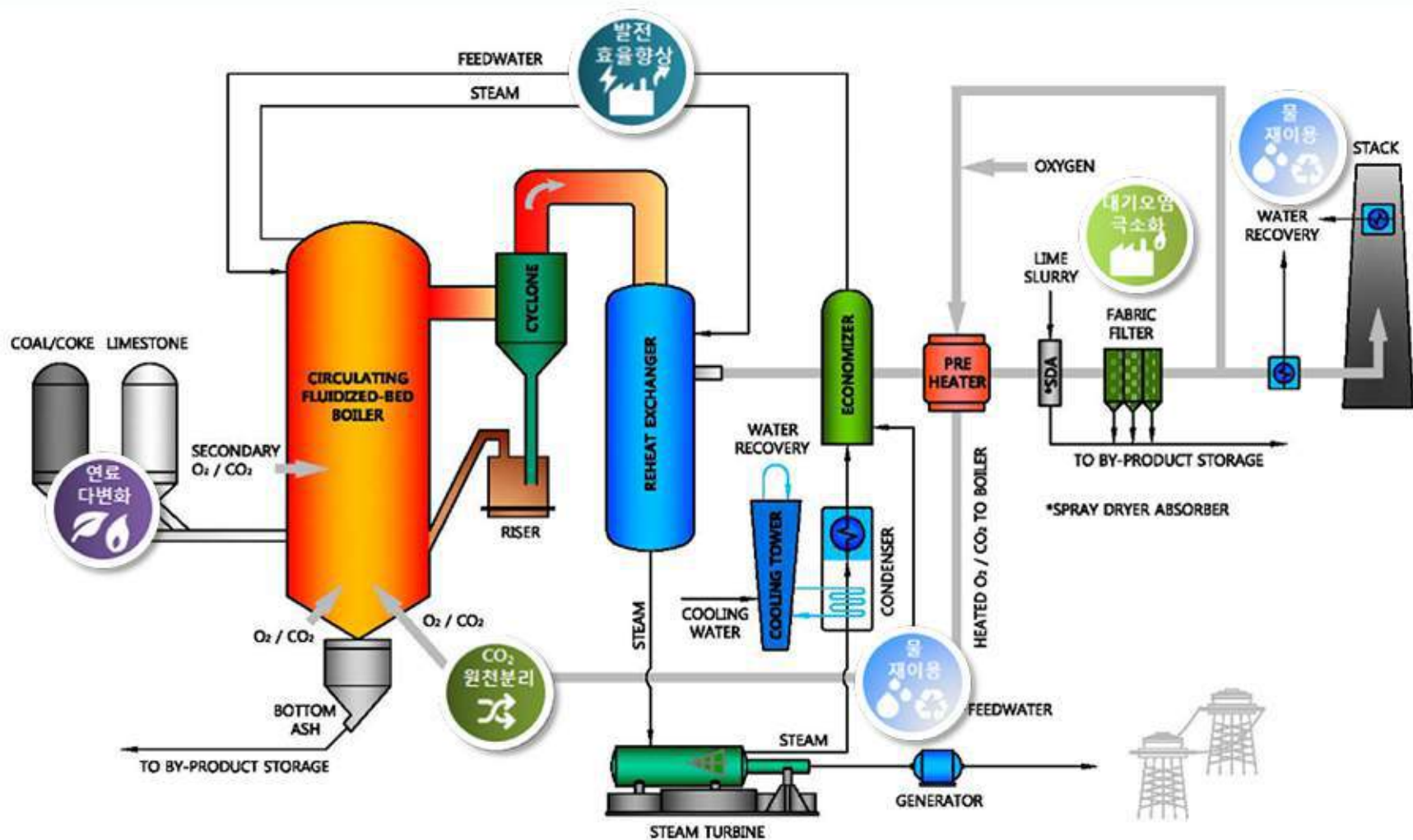
순산소 순환 유동층 연소 전산모사 및 통합공정 모사패키지 개발

고효율 순산소 순환 유동층 보일러 발전 기술 개발

초임계 이상급 발전시스템 적용 소재 개발

순산소 순환 유동층 연소 시스템 대기오염 저감기술 개발

발전소 물 사용량 저감을 위한 배가스 및 냉각탑 물 회수 기술 개발



창조적 융합연구와 혁신으로 미래를 이끈다.

기초화학 원료 및 에너지원의 경제성 향상을 위한
석유·석탄·가스 산업이 연계된 대형 화학공정 기술 개발을 위해 힘씁니다.



CCP 융합연구단

Center for Convergent Chemical Process

CCP 융합연구단은 미래창조과학부 산하 국가과학기술연구회의 첫 번째 미래선도형 융합연구단으로
화학·에너지·철강 산업을 아우르는 글로벌 선도형 플랜트 개발을 목표로 합니다.
에너지 및 화학원료 확보를 위한 대형 융합 플랜트 기술 개발을 통해
국가적 에너지 문제를 해결하고 석유화학산업의 지속적인 성장에 앞장서고 있습니다.

Tel : 042-860-7922 Email : ccp@kriect.re.kr

CCP융합연구단 »

사업명	국가과학기술연구회 미래선도형 융합연구단 사업
연구단장	박용기(한국화학연구원)
연구기간	2014.12 ~ 2020.12 (1단계 3년 + 2단계 3년)
주관기관	한국화학연구원
협동기관	한국에너지기술연구원, 한국기계연구원, 한국과학기술연구원
참여기업	SK가스, 한화토탈
총연구비	약 600억 원(연간 약 100억 원)
연구분야	경질올레핀의 경제적 생산, 저급 기회원유의 고부가가치 활용

개방형 On-site 융합연구



산업간 융합, 기술의 융합, 인프라 융합을 통해
화학공정의 새로운 패러다임을 만들어갑니다.

에너지 절감형 경질올레핀 제조공정 개발

- 나프타-메탄올 하이브리드 촉매분해 공정
- 에틸렌-프로필렌 전환기술
- 프로판 탈수소 공정기술

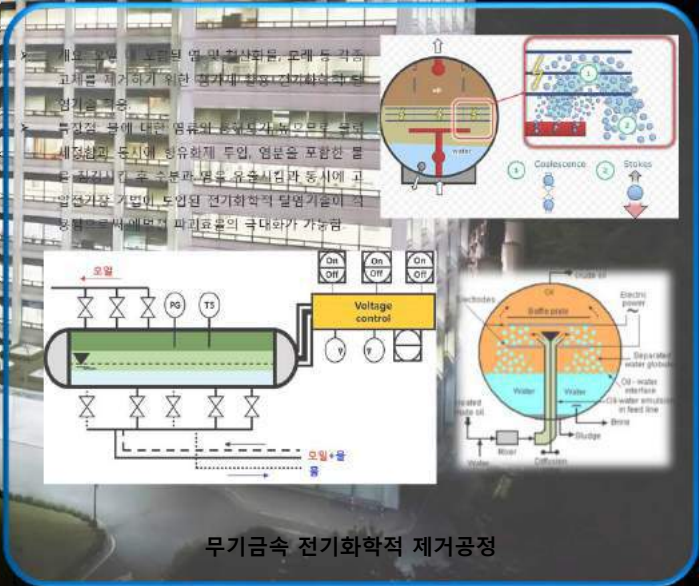
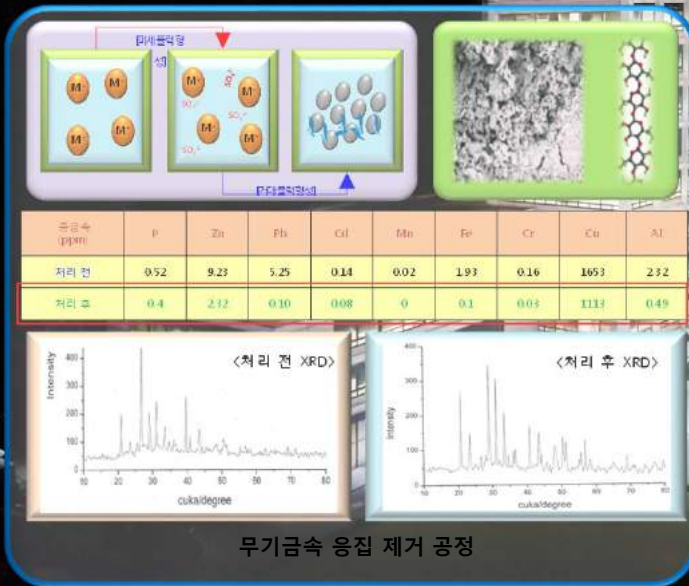
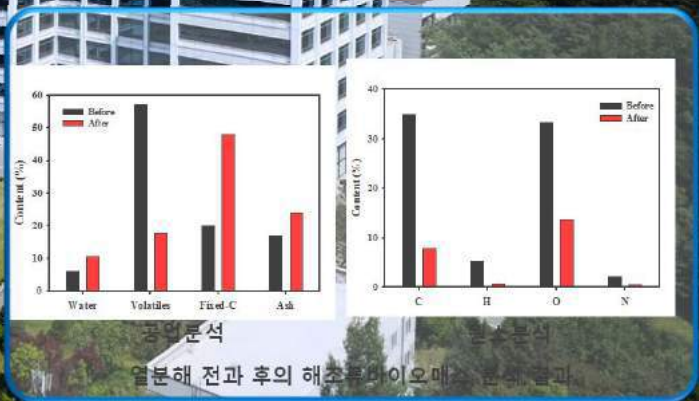
저에너지 올레핀 분리 하이브리드 공정 개발

- 올레핀/파라핀 흡착분리 기술
- 올레핀/파라핀 분리막 분리 기술
- 올레핀/파라핀 하이브리드 분리 공정

저급 중질유 및 기회원유로부터 고부가 경질유분 연속제조기술 개발

- 슬러리상 수첨분해 촉매 및 반응 공정
- 저급 중질유 전처리 기술
- 철강부생가스 활용 수소 생산 기술

해조류 바이오매스 통합공정기반 구축



무기금속 응집 제거 공정

무기금속 전기화학적 제거공정

산업통상자원부 지정 바이오중유 생산업체 씨에스에너지 주식회사



1. 회사 개요

- 대표자 : 조 희 균
- 본 사 : 부산광역시 영도구 남항서로 85, 309호
- 공 장 : 경상남도 밀양시 초동면 초동농공단지길 59
- 사업영역 : 바이오중유, 선박급유외

2. 주요 연혁

- 2011년 03월 : 회사설립
- 2011년 03월 : 항만운송관련사업등록(선박급유)
- 2015년 12월 : 바이오중유생산시설 착공 (경남 밀양시 초동농공단지)
- 2016년 05월 : 바이오중유생산시설 준공
- 2016년 06월 : 바이오중유생산업자지정 (산업통상자원부)
- 2016년 08월 : 한국동서발전 입찰수주



본 사 : 부산광역시 영도구 남항서로 85, 309호 Tel : 051-412-6704 Fax : 051-412-6707
 공 장 : 경상남도 밀양시 초동면 초동농공단지길 59 Tel : 055-391-6770 Fax : 055-391-7558
 이메일 : csenergy@naver.com

2017년 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집



- 일 시 : 2017년 3월 29일(수) - 31일(금)
- 장 소 : 부산 웨스틴조선호텔
- 주 최 : 한국청정기술학회
- 후 원 : 국가청정생산지원센터,
한국에너지기술연구원 FEP융합연구단,
한국화학연구원 CCP융합연구단,
한국바이오연료포럼,
고등기술연구원,
씨에스에너지(주), (주)슈가엔, (주)정림,
고려대학교 초저에너지 자동차 초저배출 사업단,
한밭대학교 화학소재상용화지역혁신센터,
경희대학교 결정기능화공정기술센터,
부경대학교 청정생산기술연구소,
해조류바이오매스연구단

한국청정기술학회

The Korean Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문서번호 청정기술 2017-05 (2017.01.25)

수신 청정기술 전문가 및 소속 기관

제목 한국청정기술학회 회원출장 의뢰

- 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
- 한국청정기술학회 2017년도 춘계 총회 및 학술대회를 아래와 같이 개최하오니 貴기관의 소속 전문가가 참가할 수 있도록 협조해 주시기 바랍니다.

가. 제목: 한국청정기술학회 2017년도 춘계 총회 및 학술대회

나. 일시: 2017년 3월 29일(수) ~ 31일(금)

다. 장소: 부산 웨스틴조선호텔 (부산광역시 해운대구 동백로 67)

라. 등록비: 사전등록 정회원A(연회비납부) 110,000원, 정회원B 150,000원

학생회원A 60,000원, 학생회원B 80,000원

현장등록 정회원A 130,000원, 정회원B 170,000원

학생회원A 80,000원, 학생회원B 100,000원

사전등록: 3월 3일(금)까지.

-끝

(사)한국청정기술학회장



(48547) 부산광역시 남구 신선로 365 부경대학교 용당캠퍼스 5공학관 206호

전화 051-629-6436 / 팩스 051-629-6429 / cleantechnol@pukyong.ac.kr / cleantechnol.or.kr

친애하는 한국청정기술학회 회원 여러분,



회장 우 희 철

2017년 정유년(丁酉年), 올해도 회원 여러분 모두 건강하시고 하시는 일 뜻대로 이루어지시길 기원합니다.

우리 학회는 1995년 7월에 설립되어 지난 22년 동안 국내 청정기술에 관한 정보의 보급과 학술 교류에 앞장서 왔으며, 늘 새로운 산업 패러다임의 요구에 부응하고자 노력하여 왔습니다. 그동안 14분의 역대 회장님들과 임원진들, 그리고 회원 여러분의 노고와 헌신에 힘입어 많은 성과와 변화를 이끌어 냈습니다. 특히, 2006년엔 학회지 ‘청정기술(Clean Technology)’이 한국연구재단에 등재 되었으며, 2011년부터 논문투고 및 심사의 온라인화가 이루어짐으로 논문출판 과정의 투명성이 한층 향상되었습니다. 정기학술대회는 1년에 봄, 가을 2회 개최되며, 아름다운 리조트 지역에서 산학연 회원의 참여 하에 즐겁고 자유롭게 학술적 토의가 이뤄지고 있습니다. 전문가 및 학생 회원들의 수의 증가와 더불어 발표 논문의 양적, 질적 수준도 전반적으로 향상되었습니다. 이와 같이 학회의 핵심인 학술대회와 학술지의 위상이 계속적으로 향상 발전하고 있는 것은, 국가와 사회가 요청하는 바를 잘 이해하고 실천하시는 회원 여러분의 적극적인 협조가 없이는 불가능하였을 것입니다.

이제 세계는 신기후체제와 제4차 산업혁명의 도래로 또 다른 변혁의 시대를 맞고 있습니다. 따라서, 우리 학회는 기존의 청정생산공정기술, 청정소재제품기술, 청정부품/제품설계, 재자원화기술, 청정환경기술, 청정(대체)에너지기술, 산업생태학, 지속가능경영의 청정기술 개념들을 가지고 현재의 글로벌 산업환경 변화에 맞게 능동적으로 대처하는 한편, 새로운 융합기반의 어젠다 발굴에도 노력해야 할 때입니다. 그동안 여러 노력의 일환으로 온실가스, 희소금속, 바이오연료 및 소재, 청정석탄, 산업세정, 폐기물에너지화, 청정신소재, 청정용매, 청정융합 등의 시기적절한 주제들을 부문위원회 활성화를 통해 발굴하고 다루어 왔습니다. 이러한 능동적인 노력은 앞으로도 지속적으로 진행될 것이며, 회원 여러분께 유익한 정보를 제공하고자 노력할 것입니다.

특히, 올해는 전자저널(e-journal)의 발행과 scopus 등재를 위한 제반 준비에 박차를 가하여 우리 학회가 명실상부한 국제적 수준의 학회로 거듭날 수 있도록 힘쓰고자 합니다. 또한, 학회 회원간의 화합을 바탕으로 학문적 친목을 넘어 전문성의 협업을 통해 보다 융합적이고 생산적인 학술 토론의 장을 만들기 위해서 다각도로 지원하겠습니다. 앞으로도 우리 학회가 확장성과 정체성을 견지하면서 시대적 소명을 가지고 계속 발전할 수 있도록 회원 여러분의 애정 어린 관심과 적극적인 협조를 진심으로 부탁드립니다.

대단히 감사합니다.

봄 총회 및 학술발표회 일정표

3월 29일 (수)	Orchid	Orchid 복도 및 Foyer
13:00 – 14:30	등록	포스터 게시
14:30 – 15:30	초청 강연 한국화학연구원 박용기 박사 (CCP융합연구단 단장)	포스터세션 I Organizer: 김주형 교수
15:30 – 16:30	편집위원 워크숍	
16:30 – 17:30	이사회	포스터 철수

3월 30일 (목)	Orchid	Rose/Lilac	Tulip/Cosmos	Peony	Orchid 복도 및 Foyer
08:30 – 09:00	등록				포스터 게시
09:00 – 12:00	특별세션 청정용매 Organizer: 이현주 박사 전병수 교수	일반세션 청정기술일반 Organizer: 김문호 교수	일반세션 청정융합 Organizer: 전병훈 교수	일반세션 청정석탄 Organizer: 김수현 박사	포스터세션 II Organizer: 김주형 교수
12:00 – 13:30	점심				포스터 철수/ 포스터 게시
13:30 – 15:15	일반세션 바이오연료 및 소재 Organizer: 임한권 교수	일반세션 오염저감 Organizer: 이태호 교수	일반세션 청정소재 및 공정 Organizer: 홍성제 박사	초청세션 해양바이오 에너지 Organizer: 유준 교수	포스터세션 III Organizer: 김주형 교수
15:15 – 17:00					포스터 철수
17:00 – 17:30	총회 ¹⁾ 및 경품추첨, 시상식 ²⁾				

1) 총회는 Orchid에서 진행

2) 우수 포스터발표(학생) 시상

3월 31일 (금)		Rose/Lilac
08:30 – 09:30	등록	
09:30 – 12:00		산학연 간담회 청정용매 기술과 지속가능성 Organizer: 김문호 교수

학회장 안내

2F



경품추첨 행사

학술발표회 기간 내 경품추첨 행사 안내사항

참여방법

사전등록 또는 현장등록 시, 경품응모권 제출

경품추첨권
No. 001



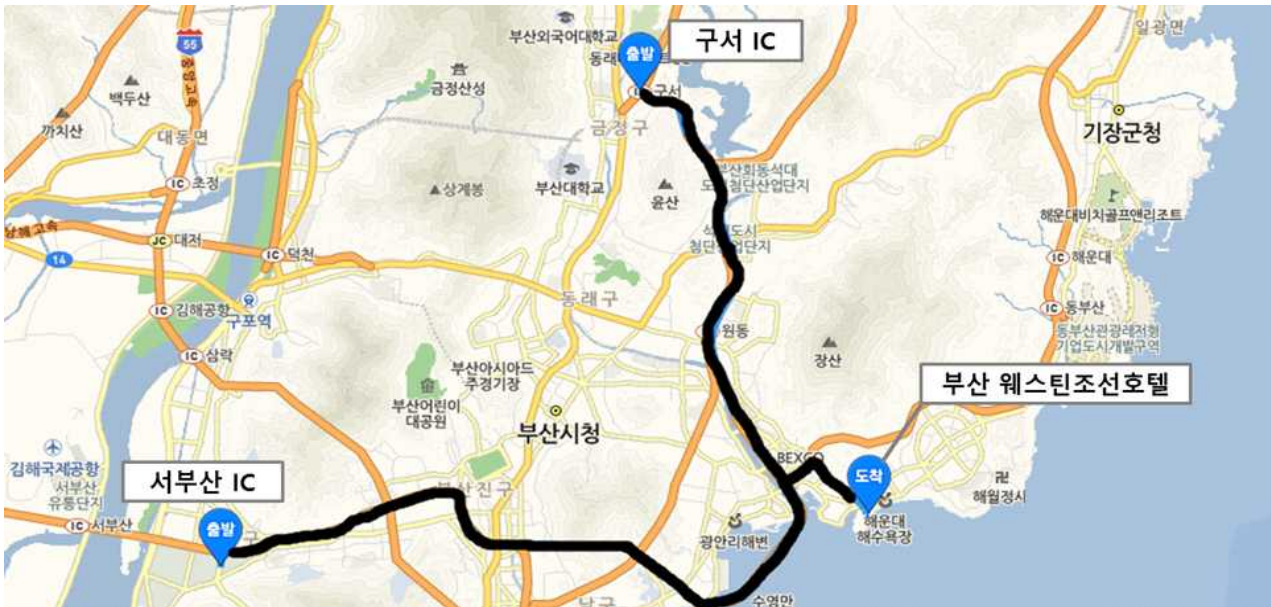
추첨 및 경품지급

2017년 3월 30일(목) 17:00 총회

- 갤럭시탭(Galaxy Tab) 5대
- SM 엔터테인먼트 사인 CD 5개

총회 참석자에 한하여 경품 지급

부산 웨스틴조선호텔 오시는 길



차량으로 부산웨스틴조선호텔 이동

- 경로 1 : 구서 IC 출구 → 부산 웨스틴조선 호텔 (총 13.35km, 소요시간 약 25분)
 경로 2 : 서부산 IC 출구 → 부산 웨스틴조선 호텔 (총 23.85km, 소요시간 약 32분)



대중교통으로 부산웨스틴조선호텔 이동

- 경로 1 : 1003번(부산역) → (동백) 하차 → 약 362m 이동
 경로 2 : 27, 41번 (부산역) → 2호선 (못골역) 환승 → 동백역 하차 → 1번출구 881m 이동
 경로 3 : 40번 (부산역) → (운촌) 정류장 하차 → 558m 이동
 경로 4 : 1001 (부산역) → 39 (수영교차로(수영역)) → (운촌) 정류장 하차 → 558m 이동

초청강연

- 일시 2016년 3월 29일(수), 14:30 ~ 15:30
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchid
- Organizer 우희철 회장 (부경대학교)
- 프로그램

진행: 유준 교수 (부경대학교)

14:30 (10') **개회사**
우희철 회장 (부경대학교)

14:40 (50') **'CCP융합연구단' 소개**
박용기 박사 (한국화학연구원)

■ 연사소개



2015-현재 1996-현재 주요연구분야 연구실적 상훈 1987-1994 1983-1987	CCP융합연구단 연구단장 한국화학연구원 (현) 책임연구원 • Catalysis and Reaction Engineering • Carbon Resources Conversion (cracking, trans-iodination) • Environmental catalysis for global warming gas (perfluoro compound decomposition) • CO ₂ capturing process by dry sorbent 논문: SCI 48편 특허: 국내 87건 (PCT 27건, EPO 16건, 미국, 중국, 일본 등 24개국 177건) 기술이전: 중질나프타의 유동층 접촉분해를 위한 촉매양산기술(2014년) 등 9건 상용화: 촉매이용 나프타 분해공정 등 4건 2015 석명우수화학공인상 2012 국가 R&D 우수성과 66선 선정 (국가과학기술위원회) 2009 과학기술포장 (지식경제부) 2009 한국화학연구원 올해의 KRICT인 2009 기후변화 대응 연구개발 공로 표창 (교육과학기술부) 2007 우수연구 50선 선정 (한국연구재단) 한국과학기술원 화학공학과 공학석사/박사 서울대학교 공과대학 화학공학과 공학사
--	--

특별세션
청정용매
(산학연 협력 심포지엄)

- 일시 2017년 3월 30일(목), 09:00 ~ 12:30
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchid
- Organizer 이현주 박사 (한국과학기술연구원)/전병수 교수 (부경대학교)
- 프로그램

좌장 : 하정명 박사 (한국과학기술연구원)

09:00 (25') **(CT-01) Catalytic Application of Ionic Liquids with MOF for the Synthesis of Cyclic Carbonates from CO₂ and Epoxides**

Keynote

박대원¹ (1부산대학교)

09:25 (20') **(CT-02) 이온성 액체 응용분야와 전해질 기술**

유평복¹ (1(주)씨트리)

09:45 (20') **(CT-03) 이온성 액체의 산업적 응용: 흡수식 열펌프, 하이드레이트, 나노재료 합성**

김기섭¹ (1한국교통대학교)

10:05 (20') **(CT-04) Extractive Separation Methods Using Ionic Liquids**

이제승¹ (1경희대학교)

10:25 (20') **(CT-05) Absorption and desorption of SO₂ in diamine-based molten salts & polymer resin**

이현주¹ (1한국과학기술연구원)

10:45 (10') Coffee Break

좌장 : 김기섭 교수 (교통대학교)

10:55 (20') **(CT-06) 친환경 이산화탄소 초임계유체를 이용한 천연물의 추출과 분리분석**

이도원¹ (1한국초임계(주))

11:15 (20') **(CT-07) 이산화탄소 초임계유체를 이용한 온라인 추출/분리분석 시스템의 소개**

조윤성¹ (1동일시마즈)

11:35 (20') **(CT-08) PC-SAFT 상태방정식을 이용한 고압에서의 상평형 모델링**

변헌수¹, 이봉섭²(¹전남대학교, ²경남대학교)

11:55 (20') **(CT-09) Pressurized solvent extraction of polysaccharides from Brown seaweed and its biological activities**

P.S.Saravana¹, 우희철¹, 전병수¹ (1부경대학교)

12:15 (15') **(CT-10) Quality properties of Atlantic salmon by-product oils extracted by supercritical carbon dioxide and conventional methods**

Monjurul Haq¹, 전병수¹ (1부경대학교)

일반세션 청정기술 일반

- 일시 2017년 3월 30일(목), 09:00 ~ 11:35
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Rose/Lilac
- Organizer 김문호 교수 (부경대학교)
- 프로그램

좌장: 최재형 박사 (부경대학교)

- | | |
|-------------|---|
| 09:00 (30') | (CT-11) 석탄화력용 초임계 CO₂ 사이클 기술개발 현황 |
| Keynote | 임동렬 ¹ , 박성호 ¹ , 김준영 ¹ , 신중욱 ¹ , 변용수 ¹ , 오승천 ¹ (¹ 고등기술연구원) |
| 09:30 (25') | (CT-12) BTX 생산을 위한 디젤 끓는점 범위의 중방향족의 수소변환 |
| | 신재욱 ¹ , 최예슬 ¹ , 오영석 ¹ , 류혜원 ¹ , 이정균 ¹ (¹ 동아대학교) |
| 09:55 (15') | (CT-13) 고체 바이오매스 연료의 재연소 반응 특성에 대한 실험적 연구 |
| 학생 | 김지완 ¹ , 김혜원 ² , 신명철 ² , 황정호 ¹ (¹ 연세대학교, ² 한국생산기술연구원) |
| 10:10 (15') | (CT-14) 해조류 바이오가스를 사용하는 고체산화형 연료전지-유기 랭킨 사이클 통합 시스템의 경제성 분석 |
| 학생 | Ivannie V. Effendi ¹ , 유준 ¹ (¹ 부경대학교) |

10:25 (15') Coffee Break

좌장: 최재형 박사 (부경대학교)

- | | |
|-------------|---|
| 10:40 (25') | (CT-15) 지오폴리머 제조 및 혼합물을 이용한 성형체 제조 특성 |
| | 전동환 ¹ , 이재만 ¹ , 윤성필 ¹ , 권인구 ¹ , 정우현 ¹ (¹ 고등기술연구원) |
| 11:05 (15') | (CT-16) 미세유체 장치내 온화한 조건하의 생체 모방 촉매를 이용한 실리카 입자 합성 |
| 학생 | 김동영 ¹ , 박기수 ¹ , 홍선옥 ² , 김주민 ^{2,3} , 이창수 ¹ (¹ 충남대학교, ² 아주대학교 에너지시스템학과, ³ 아주대학교 화학공학과) |
| 11:20 (15') | (CT-17) 수소가스 운송용 복합재료 압력용기 End Nozzle에 적용된 Al6061합금의 제조공정에 따른 내부 잔류 응력 평가 |
| 학생 | 김대겸 ^{1,2} , 남선우 ¹ , 박경태 ¹ , 김택수 ^{1,2} (¹ 한국생산기술연구원, ² 과학기술연합대학원대학교) |

일반세션 청정융합

- 일시 2017년 3월 30일(목), 09:00 ~ 12:25
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Tulip/Cosmos
- Organizer 전병훈 교수 (한양대학교)
- 프로그램

좌장: 전병훈 교수 (한양대학교)

09:00 (20') **(CT-18) Improvement of the biological treatment of sulfate and metal-rich wastewater**
 Keynote
Subhabrata Dev¹, Byong-Hun Jeon², Jayanta Bhattacharya¹ (Indian Institute of Technology Kharagpur, ²한양대학교)

09:20 (20') **(CT-19) Development of precise respirometer for a biogas measurement**
Sang-Eun Oh¹, Woo-Chang Kang, Bum-Soo Shin¹ (¹강원대학교)

09:40 (15') **(CT-20) 미세조류 바이오매스의 자원화 활용에 대한 연구**
지민균¹ (¹한국환경정책·평가연구원)

09:55 (15') **(CT-21) Microalgal biomass production coupled with wastewater treatment for biofuel generation**
 학생
El-Sayed Salama¹, Il-Seung Yang¹, Mayur B. Kurade¹, Byong-Hun Jeon¹
 (¹한양대학교)

10:10 (15') **(CT-22) The shift of glycerol metabolic flux using Klebsiella pneumoniae L17 on Microbial fuel cell**
 학생
Mi Yeon Kim¹, Changman Kim¹, Jung Rae Kim¹ (¹부산대학교)

10:25 (15') **(CT-23) The optimization of pretreatment for the enhancement in bioavailability of mixed fruit waste**
 학생
Shouvik Saha¹, Mayur B. Kurade¹, Sung-Eun Chang¹, Byong-Hun Jeon¹
 (¹한양대학교)

10:40 (10') Coffee break

좌장 :전병훈 교수 (한양대학교)

10:50 (20') **(CT-24) Reclamation of contaminated soils (TPH, benzo(a)pyrene and heavy metals) by solvent washing process**
Kien Tiek Wong¹, Soyeon Yoon¹, Minji Kim¹, Min Jang¹ (¹광운대학교)

11:10 (15') **(CT-25) Study of swine wastewater treatment of advanced autothermal thermophilic aerobic digestion technology**
 학생
Woo-Chang Kang¹, Sung-Yoon Ko¹, Sang-Eun Oh¹ (¹강원대학교)

- 11:25 (15')
학생 (CT-26) Application of electroplating wastewater as catholyte for bioelectricity generation with simultaneous treatment of hexavalent chromium in microbial fuel cell
Cho Rong Lee¹, Changman Kim¹, Byong-Hun Jeon², Jung Rae Kim¹
(¹부산대학교, ²한양대학교)
- 11:40 (15')
학생 (CT-27) Electrochemical removal of ammonia nitrogen, COD and turbidity from domestic wastewater by using platinum coated titanium and stainless steel electrodes
Umesh Ghimire¹, Sang-Eun Oh¹ (¹강원대학교)
- 11:55 (15')
학생 (CT-28) Enhanced energy recovery from microalgal biomass through serial fermentations
Marwa M. El-Dalatony¹, Mayur B. Kurade¹, Hoo Kim¹, Byong-Hun Jeon¹
(¹한양대학교)
- 12:10 (15')
학생 (CT-29) Microalgae mediated biodegradation of levofloxacin: Mechanistic study of enhanced removal
Jiuqiang Xiong¹, Mayur B. Kurade¹, Sung-Eun Chang¹, Byong-Hun Jeon¹
(¹한양대학교)

일반세션 청정석탄

- 일시 2017년 3월 30일(목), 09:00 ~ 11:50
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Peony
- Organizer 김수현 박사 (고등기술연구원)
- 프로그램

좌장: 유영돈 박사 (고등기술연구원)

- 09:00 (30') **(CT-30) 화력발전소 온실가스 감축을 위한 연료전환(Fuel switching) 기술 개발 현황**
Keynote 최영찬¹ (한국에너지기술연구원)
- 09:30 (25') **(CT-31) 록호퍼 시스템 대체용 고압 분체연료 주입장치 기술 개발**
정석우¹, 이재만¹, 변용수¹, 김문현¹, 정종선², 김형규² (1고등기술연구원, 2(주)썬인텍)
- 09:55 (15') **(CT-32) IEA-CFBC를 이용한 2MWe 순환유동층 보일러에서의 로내 탈황 특성**
학생 광유라¹, 김예빈¹, 김상만¹, 이시훈¹ (1전북대학교)
- 10:10 (25') **(CT-33) 발전소 배출 미세먼지 및 중금속 동시제거용 흡착식 PTFE 멤브레인 필터 국산화 개발**
황상연¹, 류상오¹, 이재만¹, 윤성필¹, 정석우¹, 이치원², 서명조², 이승우³ (1고등기술연구원, 2(주)마이크로원, 3영남대학교)

10:35 (10') Coffee Break

좌장: 유영돈 박사 (고등기술연구원)

- 10:45 (25') **(CT-34) 전산유체역학 기법을 이용한 20톤/일 분류층 석탄 가스화기의 성능 최적화를 위한 산소 노즐의 유량 배분 설계**
이찬¹, 이진욱², 윤용승², (1수원대학교, 2고등기술연구원)
- 11:10 (25') **(CT-35) 기후변화에 대응하는 청정석탄 화력 발전 전략**
이시훈¹, 광유라¹, 김예빈¹, 이루세¹, 김수현¹ (1전북대학교)
- 11:35 (15') **(CT-36) SiO₂, Ni/SiO₂와 Mn/SiO₂를 이용한 폴리프로필렌의 촉매 열분해**
학생 김수현¹, 이루세¹, 손은남¹, 손정민¹ (1전북대학교)

일반세션 바이오연료 및 소재

- 일시 2017년 3월 30일(목), 13:30 ~ 16:25
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchid
- Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)
- 프로그램

좌장: 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

- 13:30 (30') **(CT-37) 국제에너지기구(IEA) 첨단수송연료(AMF) 기술협력프로그램(TCP) 소개**
Keynote 이춘범¹ (¹자동차부품연구원)
- 14:00 (15') **(CT-38) 니켈 촉매 상에서 거대조류 액화 오일의 수증기 개질반응 연구**
학생 박용범¹, 임한권², 우희철¹ (¹부경대학교, ²대구가톨릭대학교)1
- 14:15 (20') **(CT-39) 바이오매스의 급속 열분해에 의한 액상연료의 특성 및 연료적용 최적화 연구**
김재곤¹, 박조용¹, 박천규¹, 하종한¹ (¹한국석유관리원)
- 14:35 (15') **(CT-40) 열수가압탄화공정에 의한 음식물폐기물의 고형연료화에 관한 연구**
학생 한단비¹, 염규인¹, 박성규², 김호겸¹, 김윤지¹, 백영순¹ (¹수원대학교, ²KF(주))

14:50 (10') Coffee Break

좌장: 김재곤 박사 (한국석유관리원)

- 15:00 (20') **(CT-41) Investigation of catalytic fast pyrolysis of tulip tree (Liriodendron) in a bubbling fluidized-bed reactor**
Hoang Vu Ly², 김승수¹, 김진수² (¹강원대학교, ²경희대학교)
- 15:20 (15') **(CT-42) 갈조류 급속열분해 산업 스케일 공정의 기술 경제성 분석**
학생 Boris Brigljevic¹, 유준¹ (¹부경대학교)
- 15:35 (15') **(CT-43) Hydrothermal conversion of alginate into uronic acids over a sulfonated glucose-derived carbon catalyst**
학생 반충현¹, 우희철², 김도희¹ (¹서울대학교, ²부경대학교)
- 15:50 (15') **(CT-44) 대나무 주요 구성성분의 함량 분석과 열분해 특성 연구**
학생 심재욱¹, 김승수¹ (¹강원대학교)
- 16:05 (20') **(CT-45) 아민그룹 기능화된 고분자를 이용한 실리카 나노입자의 생체모방 합성**
강경구¹, 오현석¹, 박기수¹, 김동영¹, 이창수¹ (¹충남대학교)

일반세션 오염저감

- 일시 2017년 3월 30일(목), 13:30 ~ 15:15
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Rose/Lilac
- Organizer 이태호 교수 (한양대학교)
- 프로그램

좌장: 이태호 교수(한양대학교)

- 13:30 (25') **(CT-46) 건식 흡착 공정을 이용한 혐기성 소화가스로부터 황화수소 제거**
Keynote 김신동¹, 박성준²
(¹(주)이엔컴솔루션 에너지·환경연구소, ²동강대학교 보건행정학부)
- 13:55 (20') **(CT-47) 초발수성 유류흡착필터를 이용한 하폐수 전처리 장치 개발**
이민석¹, 김광대², 엄성현¹ (¹고등기술연구원, ²(주)신우산업)
- 14:15 (20') **(CT-48) 균일용액침전법을 이용한 BaMnAl₁₁O_{19-δ}의 제조**
박지윤¹, 정유식², 이영우¹
(¹충남대학교 에너지과학기술대학원, ²(주)지엔티엔에스(GTNS))
- 14:35 (20') **(CT-49) 습식 세정탑의 세정수 오염과 약취의 재발산 연구**
김영래¹, 조용준², 동종인³, 박희재⁴, 최여진⁴
(¹(재)서해환경과학연구소, ²신안산대학교, ³서울시립대학교, ⁴시흥녹색환경지원센터)
- 14:55 (20') **(CT-50) 에폭시수지 생산업체에서 발생하는 고염폐수의 생물학적 처리에 대한 연구**
황준호¹, 나병기², 황열순² (¹미래환경, ²충북대학교)

일반세션
청정 소재 및 공정

- 일시 2017년 3월 30일(목), 13:30 ~ 17:00
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Tulip/Cosmos
- Organizer 홍성제 박사 (전자부품연구원)
- 프로그램

좌장 : 오미혜 박사 (자동차부품연구원)

- 13:30 (25') **(CT-51) CVD 합성 그래핀 기반 전자 및 광전 소자 응용 기술**
Keynote 최춘기¹ (¹한국전자통신연구원)
- 13:55 (25') **(CT-52) Controllable Doping of Molybdenum Disulfide Nanosheets Utilizing Metalloporphyrin as a Seeding Promoter**
김성준¹, 최춘기¹ (¹한국전자통신연구원)
- 14:20 (25') **(CT-53) 메타물질 기반 초파장 영역 전자파 제어 기술**
이윤식¹, 김진홍¹, 최춘기¹ (¹한국전자통신연구원)
- 14:45 (25') **(CT-54) One step generation of controllable complex emulsions from a single emulsion via phase separation**
초청 최창형¹, 김종민², 이창수² (¹대구한의대학교, ²충남대학교)

15:10 (5') Coffee Break

좌장 : 홍성제 박사 (전자부품연구원)

- 15:15 (25') **(CT-55) High Polarization Ratio of Electrospun Nanofibers**
초청 윤상철¹, 황인찬¹ (¹광운대학교)
- 15:40 (25') **(CT-56) Silver Nanoplates with Controlled Shapes: Green Synthesis and Applications**
김문호¹ (¹부경대학교)
- 16:05 (25') **(CT-57) A clean fabrication process for selective emitter of thermophotovoltaic system**
초청 박금환¹, 김종무^{1,2}, 김다솜³, 김선경³, 김영석¹
(¹전자부품연구원, ²고려대학교, ³경희대학교)
- 16:30 (25') **(CT-58) 바이오 폴리올을 이용한 자동차 폴리우레탄 시트폼 특성 연구**
오미혜¹, 윤여성¹, 김남일¹, 장은진¹, 김영곤² (¹자동차부품연구원, ²씨애텍)

특별세션
해양바이오 에너지

- 일시 2017년 3월 30일(목), 13:30 ~ 15:15
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Pheony
- Organizer 유준 교수 (부경대학교)
- 프로그램

좌장: 최재형 박사 (강원대학교/부경대학교)

- 13:30 (20') **(CT-59) Fast Pyrolysis of Anaerobic Fermented Saccharina japonica in a Bubbling Fluidized-bed Reactor**
최재형^{1,2}, 우희철³, 김진수⁴, 김승수¹ (¹강원대학교, ²부경대학교 청정생산기술연구소, ³부경대학교, ⁴경희대학교)
- 13:50 (20') **(CT-60) 해조류 바이오매스 열분해 공정 상 원료 성상 및 운전 조건에 따른 열분해 오일 제조 및 물성 조사**
한기보¹, 장정희¹, 신우진¹, 최희영¹ (¹고등기술연구원)
- 14:10 (20') **(CT-61) Encapsulation of bioactive compounds from brown seaweed hydrolysate**
전병수¹, 우희철¹, P.S. Saravana¹ (¹부경대학교)
- 14:30 (20') **(CT-62) 갈조류 급속열분해를 이용한 바이오 연료 생산 산업규모 공정의 설계, 시뮬레이션 및 기술경제성 분석**
유준¹, 우희철¹, Boris Brigljevic¹ (¹부경대학교)
- 14:50 (25') 종합토론

포스터세션 I (1)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- 일시 2017년 3월 29일 (수), 14:30 ~ 16:30
※ 13시부터 포스터 게시, 16시 30분 이후 포스터 제거
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchird 복도 및 Foyer
- Organizer 김주형 교수 (아주대학교)
- 프로그램 포스터 학생 (PA)

PA-01 고에너지 물질 $ZrKClO_4$ 의 산화환원반응에 의한 고효율 연소기술 수학적 모델링
공태연¹, 임도진¹
(¹부경대학교 화학공학과)

PA-02 연속식 반응기를 이용한 바이오매스 열분해 오일의 수첨탈산소 반응
김가영^{1,2}, 서장우¹, 하정명¹, 서동진¹, 이관영²
(¹한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, ²고려대학교 화공생명공학과)

PA-03 초우량 형질전환 미세조류 발굴을 위한 미세유체기반 전기천공법 최적화
김영훈¹, 박성진¹, 임도진¹
(¹부경대학교 화학공학과)

PA-04 옥수수 부산물 2단 열분해 오일을 이용한 친환경 제설제 합성
오승진¹, 최영곤¹, 박기범¹, 김주식¹
(¹서울시립대학교)

PA-05 리그닌의 촉매화학적 저분자화를 통한 방향족 탄화수소의 생산
손덕원^{1,2}, 최재욱¹, 서동진^{1,3}, 하정명^{1,4}, 최정규²
(¹한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, ²고려대학교 화공생명공학과,
³과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교 청정연료화학공학과)

PA-06 균일하게 분산된 염화제일구리 기반 일산화탄소 선택성 흡착제의 제조
김정수¹, 정태성¹, 조강희¹, 범희태¹, 한상섭¹
(¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실)

PA-07 흡기관 형상에 따른 엔진 유동특성에 관한 연구
밤방 와호노¹, 임옥택²
(¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부)

포스터세션 I (2)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PA-08** **갈조류 열분해를 이용한 산업적 바이오연료 생산의 설계와 모사**
Boris Brigljevic¹, 유준¹
(¹부경대학교 화학공학과)
- PA-09** **SCR 시스템에서 벽 층돌이 퇴적물 형성에 미치는 영향에 관한 연구**
지 엠 하산 샤하리아¹, 무하마드 크리스탐토 아디티야 와르다나¹, 임옥택²
(¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부)
- PA-10** **SCR시스템에서 분사 압력 및 벽 온도에 따른 NH₃ 분포 특성에 관한 연구**
무하마드 크리스탐토 아디티야 와르다나¹, 지 엠 하산 샤하리아¹, 임옥택²
(¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부)
- PA-11** **Extraction of Phenolic Compounds from Saccharina Japonica Using Pressurized Hot Water Extraction and Solid-Liquid Extraction**
Tri Dinh Vo¹, Hee-Chul Woo², Byung-Soo Chun¹
(¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, ²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)
- PA-12** **Kinetic Promotion and Inhibition of Methane Hydrate Formation by Molten Salt**
Myeong-jin Kim¹, Ki-Sub Kim¹
(¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation)
- PA-13** **완전 예열 조건에서 2.0L 급 T-LPDI 엔진 운전 시 입자상물질 및 온실가스 배출 특성에 관한 연구**
김성훈¹, 조재호¹, 명차리¹, 박심수¹
(¹고려대학교)
- PA-14** **순산소 순환유동층 보일러에서 석회석의 재탄산화반응**
김예빈¹, 곽인섭¹, 곽유라¹, 김상만¹, 이시훈¹
(¹전북대학교 자원·에너지공학과)
- PA-15** **이륜차용 가솔린 인젝터의 분무특성에 관한 연구**
김효진¹, 임옥택²
(¹울산대학교 기계공학부, ²울산대학교 기계공학부)
- PA-16** **Microtexture Features of De- and Sulfur-Functionalized Porous Carbons and Their Effect on Elemental Mercury Adsorption**
Joung Ho Park¹, Moon Hyeon Kim¹, Yong-Seok Hong¹
(¹대구대학교)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PA-17** **The Influence of Electrostatic Effects on +, - Charging of a Water Droplet in the Contact Charging Phenomenon**
Seok Hwan Yang¹, Do Jin Im¹
(¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)
- PA-18** **Computational Study on the Noncovalent Intermolecular Interactions as a Driving Force in Supramolecular Assembly**
Jihun Oh¹, Ki-Whan Chi¹, Jaehoon Jung¹
(¹Department of Chemistry, University of Ulsan)
- PA-19** **제조 조건에 따른 제올라이트 계열 촉매의 DMC합성반응**
우제민^{1,2}, 이동호², 서정윤², 박영철², 김현욱², 이종섭², 박영성¹, 문종호²
(¹대전대학교, ²한국에너지기술연구원)
- PA-20** **Properties of CdTe Nanowires Based on Various Stabilizers**
Seock-Jin Yoon¹, Ki-Sub Kim¹
(¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation)
- PA-21** **Ni-Nb-O/Ce_xZr_{1-x}O₂의 향상된 산화환원능력을 통한 에탄 산화탈수소반응용 촉매 제조 및 에틸렌 생산능력 평가**
이민재¹, 윤양식¹, 성종백¹, 송찬경¹, 이종원², 서영종², 송인규¹, 이종협¹
(¹서울대학교 화학생물공학부, ²롯데케미칼)
- PA-22** **상업용 Ni/SiO₂-Al₂O₃ 촉매를 이용한 식물성 오일의 수소화 반응 연구**
이성찬¹, Zuo Hao¹, 빈경미², 우희철¹
(¹부경대학교 화학공학과, ²부경대학교 청정생산기술연구소)
- PA-23** **벼메뚜기의 활용 가능성을 평가하기 위한 질소와 인 흐름 분석**
조아라¹, 임성린¹
(¹강원대학교 환경공학과)
- PA-24** **Antihypertensive and Free Radical Scavenging Properties of Oyster Hydrolysate Obtained from Subcritical Water Hydrolysis**
Yong-Nam Cho¹, Hee-Jung Lee^{1,2}, Periaswamy Sivagnanam Saravana¹, Sol-ji Chae¹, Yeon-Jin Cho¹, Byung-Soo Chun¹
(¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, ²Department of Life Science, Silla University)

포스터세션 I (4)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PA-25 **미분탄 화력발전소 보일러 튜브 전처리에 따른 고온 부식 영향성 연구**
박석균^{1,2}, 오종현³, 최석천¹
(¹한국생산기술연구원, ²전북대학교 대학원, ³전북대학교)
- PA-26 **Development of CdTe Nanowires Using 1-Thioglycerol under Visible Light**
Yong-Hyuk Choi¹, Ki-Sub Kim¹
(Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation)
- PA-27 **누에를 이용하는 물질순환 경로의 질소 이용 효율성 평가**
최유리¹, 임성린¹
(¹강원대학교 환경공학과)
- PA-28 **흡착탈황반응기의 공정조건 확보를 위한 CFD 모델링**
최창용¹, 유준¹, 임도진¹
(¹부경대학교 화학공학과)
- PA-29 **PDMS를 이용한 Stamping 방식으로 제작된 Poly(3-hexylthiophene) 전기변색소자**
정재영¹, 김주형¹
(¹아주대학교 화학공학과)
- PA-30 **과산화수소를 이용한 선박용 경유의 산화탈황에서 금속산화물 촉매의 성능**
오현우¹, 김지만², 우희철¹
(¹부경대학교 화학공학과, ²성균관대학교 화학과)
- PA-31 **리그닌과 셀룰로오스의 섭식 능력을 이용한 흰개미의 오일, 사료, 식용으로서 활용방안에 따른 온실가스 발생량 및 순환 효율성에 관한 평가**
안혜진¹, 임성린¹
(¹강원대학교 환경공학과)
- PA-32 **FCC Light Cycle Oil (LCO)의 선택적 수첨처리를 통한 BTX 제조 연구**
오영석¹, 최예슬¹, 신재욱¹, 류혜원¹, 이정규¹
(¹동아대학교 화학공학과)
- PA-33 **바이오부탄올 유래 혼합 부텐의 소중합 반응을 통한 항공유 합성**
이동건¹, 오소향¹, 이철호¹, 전종기¹
(¹공주대학교)
- PA-34 **Removal of HFC-134a from Brackish Water Using Semi Batch Jet Loop Reactor**
Devi Marietta Siregar¹, Yong Sun Won¹, Tae Yoon Lee², Jae Keun Lee², Jun Heok Lim¹
(¹Department of Applied Chemical Engineering, Pukyong National University, ²Department of Environmental Engineering, Pukyong National University)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PA-35** **해조류 바이오가스 삼중발전 시스템 모사**
Ivannie V. Effendi¹, 유준¹
(¹부경대학교 화학공학과)
- PA-36** **Non-Catalyst Process of Furfural Synthesis from Xylose Under Biphasic Condition**
Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Anh H. T. Vo^{1,2}, Tan Phat Nguyen^{1,2}, Bora Kim¹,
Hong-shik Lee¹, Sangyong Kim^{1,2}, Jin Ku Cho^{1,2}
(¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST))
- PA-37** **Preliminary Effect Evaluations of Furandicarboxylate and Isosorbide Esters as Plasticizers, on Commercial Poly(vinylchloride)**
Tan Phat Nguyen^{1,2}, Bora Kim², Seok-Kyu Park², Hong-shik Lee², Jin Ku Cho^{1,2}
(¹University of Science and Technology (UST), ²Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))
- PA-38** **리튬 이차전지 전해액 혼합물의 인화점 및 등온 기-액 평형**
구지은¹, 오하영¹, 박소진¹
(¹충남대학교 공과대학 화학공학과)
- PA-39** **메조포러스 니켈-망간 산화물을 이용한 과산화수소 분해**
김민준¹, 서명기¹, 이관영^{1,2}
(¹고려대학교 화공생명공학과, ²고려대학교 그린스쿨 융합대학원)
- PA-40** **Pb Nanoparticles on Mesoporous Carbon for Advanced Lead-Acid Battery**
Bo-Rim Kim¹, Ji-Hyun Jung¹, T.Sadhasivam¹, Ho-Young Jung¹
(¹Department of Environment & Energy Engineering, Chonnam National University)
- PA-41** **Furfuryl Alcohol 생산을 위한 Reactive Distillation**
김종환¹, 레카오니엔¹, 구웬롱¹, 이문용¹
(¹영남대학교)
- PA-42** **Performance of Pb/C Battery with Graphite Sheets on Negative Electrode**
Mi-Jung Park¹, Ho-Young Jung¹
(¹Department of Environment & Energy Engineering, Chonnam National University)
- PA-43** **재생 ITO 나노입자를 이용한 용액기반 유연 투명 히터의 특성**
김채원^{1,2}, 이미정², 이재용³, 홍성제¹
(¹전자부품연구원, ²국민대학교, ³(주)한청알에프)

포스터세션 II (1)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- 일시 2017년 3월 30일 (목), 09:00 ~ 12:00
※ 08시 30분부터 포스터 게시, 12시 이후 포스터 제거
- 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchird 복도 및 Foyer
- Organizer 김주형 교수 (아주대학교)
- 프로그램 포스터 일반 (PB)

- PB-01 3리터급 승용디젤엔진 매연여과장치의 재생평형온도 성능개선 연구**
고아현¹, 우영민¹, 장진영¹, 정용진¹, 박종수¹, 이영재¹
(¹한국에너지기술연구원)
- PB-02 염화철 에칭 용액 재생을 위한 액상 및 고상 산화제를 이용한 산화공정에 대한 연구**
김대원¹, 박일정¹, 김건홍¹, 채병만², 이상우², 최희락³, 정항철¹
(¹고등기술연구원 신소재공정센터, ²(주)케이엠씨, ³부경대학교 신소재공학부)
- PB-03 니켈을 함유한 이차전지 공정 스크랩에서 니켈 회수에 대한 연구**
김대원¹, 정항철¹, 양대훈², 최희락³
(¹고등기술연구원 신소재공정센터, ²(주)지엠텍, ³부경대학교 신소재공학부)
- PB-04 차량용 Zero-Emission 무시동 전기 히터 개발**
우영민¹, 장진영¹, 김강출¹, 조종표¹, 임재완²
(¹한국에너지기술연구원, ²에코플러스)
- PB-05 온실가스 저감을 위한 RE-EV 용 엔진 성능 개발**
장진영¹, 우영민¹, 김강출¹, 조종표¹, 정용진¹, 한명훈², 이승철²
(¹한국에너지기술연구원, ²블루플래닛)
- PB-06 국내외 이륜자동차 배기배출물 규제 현황**
정용진¹, 김강출¹, 조종표¹, 표영덕¹, 고아현¹, 김해광²
(¹한국에너지기술연구원, ²충북대학교)
- PB-07 온실가스 저감을 위한 RE-EV용 엔진 흡배기 시스템 개발**
정용진¹, 장진영¹, 우영민¹, 김강출¹, 조종표¹, 한명훈², 이승철²
(¹한국에너지기술연구원, ²블루플래닛)
- PB-08 난연 특성이 부여된 유해물질 차폐용 직물의 제조 및 특성 연구**
김은지¹, 백인규¹, 양성용², 박재형¹
(¹한국신발피혁연구원, ²영풍화성(주))

포스터세션 II (2)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PB-09** **바이오매스 타르 수증기 개질에서 촉매제조법과 조촉매 (Ce, Dy) 효과**
윤상준¹, 박서윤¹, 오건웅¹, 라호원¹, 서명원¹, 문태영¹, 이재구²
(¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실, ²한국에너지기술연구원 FEP융합연구단)
- PB-10** **Cr 코팅 5겹 압착/소결 금속필터의 석탄 합성가스 적용 시험 결과**
정석우¹, 정기진¹, 윤성필¹, 류상오¹, 이지은¹, 김민정²
(¹고등기술연구원, ²성균관대학교)
- PB-11** **Catalytic Fast Pyrolysis of the Pre-Treated Macro-Algae Saccharina Japonica in a Bubbling Fluidized-Bed Reactor**
Hoang Vu Ly¹, Seung-Soo Kim¹, Jinsoo Kim², Hee Chul Woo³
(¹Kangwon National University, ²Kyung Hee University, ³Pukyong National University)
- PB-12** **PKS/우드펠릿의 반탄화 특성 연구**
김상도¹, 이시훈¹, 최호경¹, 전동혁¹, 유지호¹, 임영준¹, 임정환¹, 이종배¹, 김문준², 심재훈²
(¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실, ²SMK에너지)
- PB-13** **Research on CO₂ Sorption-Desorption Behavior of Silica-PEI Sorbent by Bubbling Batch Cycle Test**
Jae-Young Kim¹, Jung Yoon Seo¹, Jong-Ho Moon¹, Hyunuk Kim¹, Sung-Ho Jo¹, Seung-Yong Lee¹, Chang-Keun Yi¹, Young Cheol Park¹, Colin E. Snape²
(¹Korea Institute of Energy Research, ²University of Nottingham)
- PB-14** **고분자와 금속-유기 다면체 기반의 혼합기질분리막을 이용한 이산화탄소 분리**
김현욱¹, 윤양노^{1,2}, Muhammad Sohail^{1,3}, 김태우¹, 박영철¹, 문종호¹
(¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교, ³과학기술연합대학교)
- PB-15** **MEA 용액의 CO₂ 용해도 데이터가 보정된 상용모사기를 이용한 바이오가스 업그레이딩 공정모사**
박영철¹, 전동혁¹, 문종호¹, 이종섭¹, 민병무^{1,*}, 심동민², 성현재²
(¹한국에너지기술연구원, ²한솔EME)
- PB-16** **디메틸 카보네이트 합성용 산화세륨 촉매에 미치는 소성 조건의 영향**
서정운¹, 우제민¹, 이동호¹, 박영철¹, 김현욱², 이종섭¹, 문종호¹
(¹한국에너지기술연구원 온실가스연구실, ²한국에너지기술연구원 에너지소재연구실)
- PB-17** **목질계 바이오매스의 고품위화 연료 생산기술 개발 및 특성 분석**
심재훈¹, 김문준¹, 김윤호², 신준호², 이시훈³, 김상도³
(¹에스엠케이에너지(주), ²삼양에코너지(주), ³한국에너지기술연구원 청정연료연구실)

포스터세션 II (3)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PB-18 Photoacid Generator의 중간체 합성 및 정제**
양주희¹, 이철우²
(¹한밭대학교 RIC, ²한밭대학교)
- PB-19 Efficient Production of 1,3-Propanediol from Crude Glycerol Using Lactobacillus Reuteri CH53**
Sun-Yeon Heo¹, Baek-rock Oh¹, Jung-Hyun Ju¹, Jeong-Woo Seo¹, Chul Ho Kim¹
(¹Microbial Biotechnology Research Center, Jeonbuk Branch Institute, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)
- PB-20 저등급 석탄에 분산된 금속 촉매를 이용한 메탄올 스팀 개질**
유지호¹, Lia Priscilla², Paul Victor², 김수현¹, 임영준¹, 김상도¹, 이시훈¹
(¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교)
- PB-21 미세먼지 제거용 PTFE 멤브레인 필터 적용 150 m³/hr급 Pilot 시험장치 설계**
윤성필¹, 류상오¹, 이재만¹, 황상연¹, 정석우¹, 서명조², 이승우³
(¹고등기술연구원, ²(주)마이크로원, ³영남대학교 산학협력단)
- PB-22 청정 암모니아 생산기술 개발**
윤형철¹, 김종남¹, 유충열¹, 정은영¹, 정찬희¹
(¹한국에너지기술연구원)
- PB-23 기포 유동층 반응기에서 연소 후 CO₂ 포집 공정을 위한 건식 흡수제의 고온, 고압 조건에서 마모 특성 연구**
이동호¹, 류호정¹, 박영철¹, 민병무¹, 이종섭¹, 조성호¹, 진경태¹, 문종호¹
(¹한국에너지기술연구원)
- PB-24 Cu/Fe/Al₂O₃ 촉매를 이용한 DMC 합성 순차 반응**
이동호¹, 유지인¹, 우제민¹, 서정윤¹, 박영철¹, 김현욱¹, 황윤태¹, 문종호¹
(¹한국에너지기술연구원)
- PB-25 석탄-바이오매스 혼합 비율에 따른 혼합연료 특성 연구**
전동혁¹, Daru Setyawan¹, 임영준¹, 김상도¹, 유지호¹, 최호경¹, 임정환¹, 이시훈¹
(¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실)
- PB-26 Optimum Conditions for Minimization of Bergapten Content and Antimicrobial Activity of Oils Obtained by a Co-Extraction of Citrus By-Products Using Supercritical Carbon Dioxide**
John Ndayishimiye¹, Deok Jum Lim², Byung Soo Chun¹
(¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, ²Y.G Company)

포스터세션 II (4)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PB-27** **추출 증류에 의한 HFP/HFPO 분리**
김병욱¹, 이용택¹
(¹충남대학교 공과대학 응용화학공학과)
- PB-28** **저농도 암모니아 가스 제거에 적합한 고성능 흡착제 개발**
조강희¹, 윤형철¹, 김종남¹
(¹한국에너지기술연구원 청정연료실)
- PB-29** **Potential Performance Enhancement of Electrochromic Device Based on Reduced Graphene Oxide/WO₃ Nanosheets Composite Materials**
Van-Tam Nguyen^{1,2}, Choon-Gi Choi^{1,2}
(¹Graphene Research Lab. Electronic and Telecommunication Research Institute(ETRI), ²University of Science and Technology(UST))
- PB-30** **Atmospheric Hydrotreating of Macroalgal Bio-Oil over Cobalt Molybdenum Phosphide Catalyst**
Jae Hyung Choi^{1,2}, Jae Wook Sim¹, Jeong Woo Park¹, Hee Chul Woo³,
Seung-Soo Kim¹
(¹Department of Chemical Engineering, Kangwon National University,
²Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University,
³Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)
- PB-31** **Hydroprocessing of Macroalgal Bio-Oil in Non-Edible Vegetable Oil over Pd/C Catalyst**
Jae Hyung Choi¹, Seong Chan Lee², Wei Zhang², Hao Zuo², Hee Chul Woo²
(¹Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University,
²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)
- PB-32** **생물학적 수성가스 전환 공정 적용 수소 제조 비용 산정을 위한 석탄가스화 기술별 합성가스 원가 분석**
김수현¹, 유영돈¹, 강성균²
(¹고등기술연구원, ²해양과학기술원)
- PB-33** **300MW IGCC 실증플랜트에서 생산된 용융슬래그의 특성**
권인구¹, 전동환¹, 이재만¹, 윤성필¹, 정우현¹, 김용택²
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부, ²한국서부발전)
- PB-34** **아민계열 흡수제의 특성을 고려한 이산화탄소 흡수 평형 모형 개발**
문종호¹, 이종섭¹, 박영철¹, 전동혁¹, 박종기¹, 신현용², 민병무¹
(¹한국에너지기술연구원, ²서울과학기술대학교 화공생명공학과)

포스터세션 II (5)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PB-35** **미세먼지 저감을 위한 VOC 촉매개질에 의한 합성가스 제조**
박노국¹, 정용한¹, 이태진¹, 강석환², 홍범익², 김호²
(¹영남대학교, ²고등기술연구원)
- PB-36** **벤치 규모 해조류 바이오매스 열분해공정에서 수분함량이 반응특성 및 생성물
물성에 미치는 영향**
신우진¹, 장정희¹, 최희영¹, 한기보¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터)
- PB-37** **Energy Consumption Calculation of FO/Crystallization/RO Hybrid Process with
Waste Heat Utilization for Seawater Desalination**
Kiho Park¹, Do Yeon Kim¹, Dae Ryook Yang¹
(¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University)
- PB-38** **반응표면분석법을 이용한 폐감귤박 활성탄에 의한 수중의 2,4-Dichlorophenol
흡착특성 해석**
이창한², 감상규³, 이민규¹
(¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과)
- PB-39** **제주감귤활성탄(JAC)을 이용한 항생제 Dimetridazole의 흡착특성**
이창한², 감상규³, 이민규¹
(¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과)
- PB-40** **비산재로 합성한 제올라이트 X에 의한 수중의 Cs 이온 흡착에 반응표면분석법 적용**
이창한², 감상규³, 이민규¹
(¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과)

포스터세션 III (1)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- 일시 2017년 3월 30일 (목), 13:30 ~ 15:15
※ 13시 00분부터 포스터 게시, 15시 15분 이후 포스터 제거
 - 장소 부산 웨스틴조선호텔 Orchird 복도 및 Foyer
 - Organizer 김주형 교수 (아주대학교)
 - 프로그램 포스터 학생 및 일반 (PC)
- PC-01 1급, 2급, 3급, 및 입체장에 아민 흡수제의 이산화탄소 흡수 평형 특성**
이종섭, 문종호, 박영철, 민병무
(한국에너지기술연구원, 서울과학기술대학교 화공생명공학과)
- PC-02 선박의 배가스 내 오염물질 처리시스템에서 효율적인 NO 산화를 위한 건식산화제 제조용 촉매공정의 적용**
장정희¹, 최희영¹, 신우진¹, 한기보¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터)
- PC-03 활성탄 표면개질공정에 사용되는 활성탄 내 알칼리금속 회수를 위한 세척공정 최적화**
정희숙¹, 이기쁨¹, 김석희¹, 김호¹, 홍범의¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부)
- PC-04 용사코팅을 적용한 반도체 스크리버 챔버의 내구성 향상 연구**
정희숙¹, 오두영¹, 송형운¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부)
- PC-05 NO 산화를 위한 건식산화제 제조용 촉매공정에 주입되는 액상 원료 주입량에 따른 NOx 전환 특성**
최희영¹, 장정희¹, 신우진¹, 한기보¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터)
- PC-06 A Study on the Corrosion Inhibition Behavior by Dissolved Oxygen Elimination**
Semi Han¹, Baek-Jin Kim¹
(¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))
- PC-07 Effect on Polyolefin Mixtures on Adhesion Strength Between Aluminum Deposited PET Film and VCM**
Semi Han¹, Dong Wook Kim², Youngkwan Lee², Baek-Jin Kim¹
(¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²Department of Chemical engineering, Sungkyunkwan University)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PC-08** **무격막식 전기분해조를 이용한 전해수의 항균 특성 연구**
허광선¹, 구교필²
(¹경남정보대학교 신소재화공계열, ²(주) 토일렉)
- PC-09** **전주도금법을 이용한 Screen Micro Mesh 제조 공정 개발**
허광선¹, 배영한²
(¹경남정보대학교 신소재화공계열, ²(주) 한성이스텍)
- PC-10** **5겹 압착/소결 금속필터의 내부식성 향상을 위한 경질크롬 도금 특성**
황상연¹, 정석우¹, 김민정², 이동복²
(¹고등기술연구원, ²성균관대학교)
- PC-11** **in-situ DRIFTS를 이용한 N₂O/NO_x 동시저감 Fe-BEA 촉매의 수증기에 의한 활성화 원인 연구**
백정훈¹, 박지혜¹, 황라현¹, 이광복²
(¹충남대학교 에너지과학기술대학원, ²충남대학교 화학공학교육과)
- PC-12** **PC88A에 의한 저농도 희토류 용액의 용매추출 거동 연구**
박경수¹, 안낙균¹, Basudev Swain¹, 이찬기¹
(¹고등기술연구원 신소재공정센터)
- PC-13** **20 톤/일급 석탄가스화기 시스템 집진장치 적용 내부식성 금속필터의 차압특성**
전동환¹, 이재만¹, 김효식¹, 정기진¹, 정석우¹
(¹고등기술연구원)
- PC-14** **해수담수화 공정 연계 경화체 제조시 알카리수용액 저장에 관한 연구**
박병현¹, 김윤현¹, 김해기¹, 이주열¹, 최진식^{1,2}
(¹(주)애니텍 기술연구소, ²경희대학교 환경응용과학과)
- PC-15** **20 톤/일급 석탄가스화 운전제어시스템 운용 특성**
변용수¹, 정우현¹, 이승종¹, 정석우¹, 이재만¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부)
- PC-16** **IGCC 실증플랜트 운전용 석탄시료의 Test-bed에서 운전 특성**
변용수¹, 이승종¹, 정석우¹, 류상오¹, 김진호¹, 권인구¹
(¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PC-17 CaSnO₃ 산소전달입자의 산화 환원 특성 분석**
 손은남¹, 이루세², 김수현², 백점인³, 류호정⁴, 손정민²
 (¹전북대학교 에너지저장변환공학과, ²전북대학교 자원·에너지공학과, ³한국전력공사 전력연구원, ⁴한국에너지기술연구원)
- PC-18 당밀이 함침 된 하이브리드 석탄 제조 및 성질**
 송규섭¹, 박주형¹, 이영주¹, 박세준¹, 최종원¹, 남궁훤¹, 김정근¹, 최영찬¹
 (¹한국에너지기술연구원)
- PC-19 CFD Simulation에 의한 DPF 채널의 입구 형상에 따른 압력강하에 미치는 영향**
 염규인¹, 한단비¹, 이해원¹, 백영순¹
 (¹수원대학교 환경에너지공학과)
- PC-20 298.15-318.15 K 에서 Ethylene Carbonate + γ -Butyrolactone, Dimethyl Carbonate + γ -Butyrolactone의 이성분계의 과잉물성**
 오하영¹, 구지은¹, 박소진¹
 (¹충남대학교 공과대학 응용화학공학과)
- PC-21 천연광물질을 촉매로 이용한 혼합가스 (Steam + CO₂) 석탄 가스화 반응특성 연구**
 이루세¹, 김수현¹, 손은남², 손정민¹
 (¹전북대학교 자원·에너지공학과, ²전북대학교 에너지저장변환공학과)
- PC-22 정적 미세액적 어레이 기반 화학물질 생산 박테리아 균주의 스크리닝 및 분리**
 이병진¹, 장성호², 정규열², 이창수¹
 (¹충남대학교 화학공학과, ²포항공과대학교 화학공학과)
- PC-23 하수슬러지 연료화 기술 개발 및 제조특성**
 이영주^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 박세준¹, 남궁훤¹, 김정근¹, 전충환², 최영찬¹
 (¹한국에너지기술연구원, ²부산대학교)
- PC-24 고효율 수소생산을 위한 계층형 알루미늄 지지체 기반 Ni-Ca 촉매에 대한 수증기 메탄 개질반응 연구**
 임은미^{1,3}, 정해영¹, 구윤장^{1,3}, 김태용¹, 문건대², 박대원³, 임동하¹
 (¹한국생산기술연구원 에너지플랜트그룹, ²한국생산기술연구원 기능성소재부품그룹, ³부산대학교 화학공학과)
- PC-25 망간이 첨가된 매체순환연소용 Ilmenite계 입자의 환원/산화반응거동 연구**
 정용한¹, 박노국¹, 강미숙², 이태진¹, 류시옥¹, 백점인³, 류호정⁴
 (¹영남대학교 화학공학부, ²영남대학교 화학과, ³한국전력연구원, ⁴한국에너지기술연구원)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PC-26 국제해사기구 규제 대응을 위한 3D 금속 구조체를 적용한 선박용 SCR 촉매 모듈 컴팩트화 연구**
 정해영¹, 구운장^{1,2}, 임은미^{1,2}, 김태용¹, 서문혁³, 최용기³, 임동하¹
 (¹한국생산기술연구원 에너지플랜트그룹, ²부산대학교 화학공학과, ³(주)파나시아 R&D본부)
- PC-27 구아리아콜 HDO 반응활성과 그 경로를 Co/ZrP 와 Ni/ZrP 촉매를 사용하여 분석**
 한근호¹, 서명기¹, 이관영^{1,2}
 (¹고려대학교 화공생명공학과, ²고려대학교 그린스쿨 대학원)
- PC-28 Application of Microbial Fuel Cell for Bioelectricity Generation with Simultaneous Treatment of Indium Wastewater**
 Changman Kim¹, Hey Ji Lee¹, Ye rin Cho¹, Cho Rong Lee¹, Byong-Hun Jeon², Jung Rae Kim¹
 (¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, ²Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University)
- PC-29 Active Metal-Free Catalyst Cathode for Oxygen Reduction Reaction in Microbial Fuel Cells**
 Young Eun Song¹, Seunghyun Lee², Changman Kim¹, Byong-Hun Jeon³, Jinwoo Lee², Jung Rae Kim¹
 (¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, ²Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), ³Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University)
- PC-30 고온부식 방지를 위한 Ammonium Sulfate의 성능 평가**
 김범종^{1,2}, 김용준³, 류창국², 이은도^{1,4}
 (¹한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹, ²성균관대학교 기계공학과, ³한국기술교육대 응용화학공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교)
- PC-31 과냉각현상을 이용한 분리기술에 관한 기초연구**
 한수현¹, 정수화², 김영두², 김범종^{2,3}, 이은도^{2,4}
 (¹한국기술교육대학교 응용화학공학과, ²한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹, ³성균관대학교 기계공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학과)
- PC-32 에틸렌 첨가가 메탄의 직접탈수소방향족화 반응에 미치는 영향**
 임태환¹, 남기훈¹, 김도희¹
 (¹서울대학교 화학생물공학부)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PC-33 SiC 나노 입자 면상 발열체의 제작 및 특성에 대한 연구**
이기성¹, 김승현¹, 김준현², 주기태¹, 김용성¹
(¹서울과학기술대학교, NID 대학원, ²서울과학기술대학교, 기계·자동차공학과)
- PC-34 탄소 저감을 위한 수계박리액의 농도변화에 따른 박리공정 특성연구**
한상진¹, 김승현², 이기성², 김준현³, 주기태², 김용성²
(¹서울과학기술대학교, 공과대학 전기공학과, ²서울과학기술대학교, NID 대학원, ³서울과학기술대학교, 기계·자동차공학과)
- PC-35 노즐분사에 의한 ITO 표면 포토레지스터의 박리 효율성에 대한 해석**
강태성¹, 김준현¹, 이준혁¹, 주기태², 김용성²
(¹서울과학기술대학교 기계자동차공학과, ²서울과학기술대학교 나노융합대학원)
- PC-36 Optimal Humidity Condition for Enhanced Performance of an Air-Cathode Single Chamber Microbial Fuel Cell (MFC) with Different Separators**
MunGyu Lee¹, Taeyeon Jeon¹, Inhae Kim¹, Booki Min¹
(¹Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University)
- PC-37 수계 박리액의 공정변수에 따른 친환경적 박리공정 연구**
김승현¹, 이기성¹, 주기태¹, 김준현², 김용성¹
(¹서울과학기술대학교 나노IT디자인 대학원, ²서울과학기술대학교 공과대학 기계공학과)
- PC-38 경유-CNG 혼소버스의 경제적 타당성 평가분석**
조아라¹, 임성린¹
(¹강원대학교 환경공학과)
- PC-39 친환경 우레탄 접착제용 Primer의 제조 및 물성**
노건호¹, 이원기¹, 주창식², 박찬영¹
(¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 화학공학과)
- PC-40 청정형 무용제 Hot Melt 접착제의 합성 및 물성에 관한 연구**
노건호¹, 이원기¹, 박성수², 박찬영¹
(¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 공업화학학과)
- PC-41 β -Hydroxyalkylamide의 에너지 저감형 합성법**
노건호¹, 이원기¹, 박성수², 박찬영¹
(¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 공업화학학과)

2017년도 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술발표회

- PC-42** **폴리우레탄/에폭시 공중합체의 UV 경화시스템 연구**
노건호¹, 이원기¹, 이민규², 박찬영¹
(¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 화학공학과)
- PC-43** **탄화된 글리세롤 기반 하이브리드석탄의 연료/연소 특성 평가**
박주형^{1,2}, 송규섭¹, 이영주¹, 박세준¹, 남궁훤¹, 최종원¹, 이동욱¹, 김정근¹, 송광호²,
최영찬¹
(¹한국에너지기술연구원, ²고려대학교)
- PC-44** **페 디스플레이 해체/분리 후 인듐 회수에 관한 연구**
김미소¹, 최아란¹, 김예린², 조현정², 홍현선²
(¹성신여자대학교 미래응용과학학과, ²성신여자대학교 청정융합에너지공학과)
- PC-45** **Study on Steam Methane Reforming using a Pd-based membrane reactor for high-efficient Hydrogen Production**
이신근¹, 한재윤^{1,2}, 김창현^{1,2}, 임한권³, 이관형²
(¹한국에너지기술연구원, ²고려대학교, ³대구가톨릭대학교)

초청 강연

3월 29일(수) 14:30~15:30
부산 웨스틴조선호텔 Orchid

초청강연

에너지 및 화학원료 확보를 위한 대형 융합플랜트 기술 개발

박용기^{1,*}, 김철웅¹, 장종산¹, 노남선¹, 신재욱¹, 이철위¹, 최원준¹, 백경열¹, 이대훈¹

¹한국화학연구원 CCP융합연구단

우리나라의 대표적 주력산업인 정유석유화학산업은 다운스트림 석유화학산업에 기반하고 있어 외부환경으로부터 취약한 구조를 가지고 있다. 따라서, 탄소에너지에 대한 의존도가 80% 이상인 우리나라의 경우 석유·석탄·가스를 기반으로 하는 업스트림 화학산업의 보완은 석유화학산업 경쟁력 강화에 매우 중요하다.

CCP(Convergent Chemical Process, 융합화학) 연구단에서는 국내 석유화학산업의 경쟁력 강화 및 석유화학산업의 자립화를 위하여 국가과학기술연구회의 지원으로 2014년 말부터 산업융합형 대단위 업스트림 공정 개발을 추진 중에 있다. 그 동안은 석유·석탄·가스 각각을 기반으로 한 활용 기술들이 개발되고 최적화되어 왔으나 각각의 자원이 가지고 있는 장점을 융합한 신개념의 융합기술을 개발해 에너지 및 화학원료를 안정적으로 공급할 수 있는 대형 융합플랜트 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

석유·석탄·가스산업이 융합된 대단위 패키지 공정 개발을 위하여 (1)에너지 절약형 신올레핀 생산 기술, (2) 온화한 조건에서 분리가 가능한 신 올레핀 분리기술, (3) 저가 기회원유 및 철강 부산물을 고품질화 할 수 있는 중질원유 업그레이딩 기술을 중점적으로 개발하고 있으며 본 발표에서 지난 2년간의 기술개발 현황을 소개하고자 한다.

특별세션
청정용매

(산학연 협력 심포지엄)

3월 30일(목) 09:00~12:00

부산 웨스틴조선호텔 Orchid

CT-01

Catalytic Application of Ionic Liquids with MOF for the Synthesis of Cyclic Carbonates from CO₂ and Epoxides

Dae-Won Park^{1,*}

¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University

Being an important constituent of greenhouse gases, CO₂ utilization has become an interesting scope of research among scientists. A promising step towards the sequestration of CO₂ is the cycloaddition or the copolymerization of CO₂ with epoxides and it has attracted considerable attention. Recently, the use of room temperature ionic liquids as environmentally benign media for catalytic processes or chemical extraction has become widely recognized and accepted. Room temperature ionic liquids have negligible vapor pressure, excellent thermal stability and special characteristics in comparison with conventional organic and inorganic solvents. Many reactions catalyzed with ionic liquids and showing high performance have been reported. Metal Organic Frameworks (MOF), porous architectures made from metal containing nodes and exo-dentate spacers, have emerged as a broad class of materials with wide scope of applications including gas capture and catalysis. In this work, we studied the catalytic application of ionic liquids for the synthesis of cyclic carbonates from CO₂ and epoxides. We reviewed homogeneous ionic liquids, and immobilized IL on organic and inorganic supports. We also discussed the design and implementation of a rapid, energy efficient, ecofriendly and simple synthesis protocol for metal organic frameworks (MOF) by employing natural amino acid as building unit in place of synthetic ligands. Ionic liquids or support materials or MOFs possessing hydrogen bonding capable groups and acid-base sites supposedly enhanced the catalysis. The heterogeneous catalysts were recoverable upon simple filtration or centrifugation, and were reused successfully for several consecutive cycles.

References

1. Kathalikkattil, A.C., Babu, R., Roshan, K.R., Tharun, J., and Park, D.W., "A sustainable protocol for the facile synthesis of zinc-glutamate MOF: an efficient catalyst for room temperature CO₂ fixation reactions under wet conditions," *Catal. Surv. Asia*, **19**, 223-235 (2015).
2. Roshan, K.R., Kim, B.M., Kathalikkattil, A.C., Tharun, J., Won, Y.S., and Park, D.W., "The unprecedented catalytic activity of alkanolamine CO₂ scrubbers in the cycloaddition of CO₂ and oxiranes: a DFT endorsed study," *Chem. Commun.*, **50**, 13619-13858 (2014).
3. Kathalikkattil, A.C., Babu, R., Roshan, K.R., Tharun, J., Lee, H., Kim, H., and Park, D.W., "An Icy-topology amino acid MOF as eco-friendly catalyst for cyclic carbonate synthesis from CO₂: Structure-DFT corroborated study," *J. Mater. Chem. A. Gen.*, **3**, 22636-22647 (2015).

CT-02

이온성 액체 응용분야와 전해질 기술

유정복^{1,*}

¹(주)씨트리 이온성액체연구실

이온성 액체는 열적 안정성, 비휘발성, 난연성, 높은 이온 전도도와 넓은 전위창 등의 많은 특성을 가지고 있다. 이러한 이온성 액체의 물리·화학 및 전기적 특성을 바탕으로 엔지니어링 분야의 산업 공정, 에너지 저장, 전기 화학 등과 같은 다양한 응용 분야에 대해 알아보고, 제약 산업, 바이오 매스, 코팅 및 정전기 방지제, 페인트, 윤활유, 실리콘 에칭, 리튬 이온 및 모바일 배터리 전해질, 레독스 흐름전지용 전해질, 젤폴리머 전해질, OLED 정제 소재용 및 그래핀 (graphene)에 적용한 기술에 대해 소개하고자 한다.

CT-03

이온성 액체의 산업적 응용:
흡수식 열펌프, 하이드레이트, 나노재료 합성

김기섭^{1,*}

¹한국교통대학교 화공생물공학과

Applications of Ionic Liquids in Green Industry: Absorption Heat Pumps,
Gas Hydrates, and Synthesis of Nanomaterials

Ki-Sub Kim^{1,*}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation

이온성 액체란 일반적으로 100 °C 이하에서 액체로 존재하는 이온성 염을 말한다. 이온성 액체의 독특한 물리적, 화학적 성질 즉 비휘발성, 비가연성, 액체로서의 넓은 온도범위, 높은 용매화 능력, 비배위결합성 등은 이온성 액체의 양이온과 음이온의 구조에 따라 크게 영향을 받으며 따라서 사용자의 이용목적에 따라 최적화를 꾀할 수 있다. 이러한 이유 때문에 이온성 액체를 “designer solvents”라 부르기도 한다. 본 연구는 상업적으로 널리 알려진 이미다졸 양이온 타입의 이온성 액체를 포함하여 여러 양이온으로 구성된 이온성 액체를 이용한 응용 내용을 다룬다. 각 응용 분야는 흡수식 냉동기에 사용되는 작동유체로서의 이온성 액체, 가스 하이드레이트 생성을 억제하기 위한 억제제로서의 활용, 금속 나노입자 생성을 위한 안정제로 활용되는 이온성 액체로 세 가지로 분류하여 소개된다. 이온성 액체의 어떤 물성이 세 가지 분야의 응용에 매력적으로 작용했는지를 분석하고 앞으로의 전망에 대해 논의한다.

Extractive Separation Methods Using Ionic Liquids

Je Seung Lee^{1,*}

¹Department of Chemistry, Kyung Hee University

In the chemical processes performed in liquid phase, the purification of product is very important process to obtain the high value-added product. Several methods have been developed to separate the product from the reaction mixture including low temperature distillation,^{1,2} extractive distillation,^{3,4} selective chemical modification,⁵⁻⁷ and solvent extraction using organic solvents.⁸⁻⁹ Although, among these methods, solvent extraction has been extensively studied and widely used because of its facile operation and low cost, the extraction process also possesses some drawbacks such as low selectivity and the loss of an extractant during the process. Herein, some examples of efficient extractive separation using ionic liquids which can interact with product or impurity through their anions will be discussed with spectroscopic and theoretical investigations.

References

1. Eldridge, R. B., "Olefin/paraffin separation technology: a review," *Ind. Eng. Chem. Res.*, **32**(10), 2208-2212 (1993).
2. Nymeijer, K., Visser, T., Assen, R., and Wessling, M., "Super selective membranes in gas-liquid membrane contactors for olefin/paraffin separation," *J. Membr. Sci.*, **232**(1-2), 107-114 (2004).
3. Liao, B., Lei, Z. G., Xu, Z., Zhou, R. Q., and Duan, Z. T., "New process for separating propylene and propane by extractive distillation with aqueous acetonitrile," *Chem. Eng. J.*, **84**(3), 581-586 (2001)
4. Wentink, A. E., Kuipers, N. J. M., de Haan, A. B., Scholtz, J. and Mulder, H. "Olefin isomer separation by reactive extractive distillation: Modelling of vapour-liquid equilibria and conceptual design for 1-hexene purification," *Chem. Eng. Process.*, **46**(9), 800-809 (2007).
5. Studt, F., Abild-Pedersen, F., Bligaard, T., Sorensen, R. Z., Christensen, C. H., and Norskov, J. K., "Identification of Non-Precious Metal Alloy Catalysts for Selective Hydrogenation of Acetylene," *Science*, **320**(5881), 1320-1322 (2008).
6. Yazu, K., Yamamoto, Y., Furuya, T., Miki, K., and Ukegawa, K., "Oxidation of Dibenzothiophenes in an Organic Biphasic System and Its Application to Oxidative Desulfurization of Light Oil," *Energy Fuels*, **15**(6), 1535-1536 (2001).
7. Te, M., Fairbridge, C., and Ring, Z., "Oxidation reactivities of dibenzothiophenes in polyoxometalate/H₂O₂ and formic acid/H₂O₂ systems," *Appl. Catal. A*, **219**(1-2), 267-280 (2001).
8. Shiraishi, Y., Taki, Y., Hirai, T., and Komasaawa, I., "Visible Light-Induced Desulfurization Process for Catalytic-Cracked Gasoline Using an Organic Two-Phase Extraction System," *Ind. Eng. Chem. Res.*, **38**(12), 4538-4544 (1999).
9. Bereshnaya, K. P., Bystrova, T. A., Zelentsova, N. I., Avrekh, G. I., and Shamrai, O. B., "Recovery and utilization of by-product acetylene from olefin production," *Chem. Technol. Fuels Oils*, **15**(10), 756-757 (1979).

Absorption and desorption of SO₂ in diamine-based molten salts & polymer resin

Hyunjoo Lee^{1,*}

¹Clean Energy Center, Korea Institute of Science and Technology

SO₂ emissions from fossil-fuel-fired power plants are a major source of air pollution, which cause acid rain and smog. On an industrial scale, the SO₂ from exhaust flue gases is mostly removed by flue-gas desulfurization (FGD) techniques using aqueous slurries of lime stone as SO₂ scrubbing agents. However, the FGD process has several drawbacks including the generation of huge amounts of inorganic salts and wastewater. In this study, SO₂ absorption and desorption behaviors were investigated in aqueous solutions of diamine-derived molten salts with a tertiary amine group on the cation and a chloride anion, including butyl-(2-dimethylaminoethyl)-dimethylammonium chloride ([BTMEDA]Cl, pK_b= 8.2), 1-butyl-1,4-dimethylpiperazinium chloride ([BDMP]Cl, pK_b= 9.8), and 1-butyl-4-aza-1-azoniabicyclo[2,2,2]octanechloride ([BDABCO]Cl, pK_b= 11.1). The diamines were also anchored on the polymer resin and used as a reversible SO₂ absorbent. Spectroscopic and experimental results suggest that in the presence of water SO₂ is adsorbed as a bisulfite species, and the formation and the stability of the bisulfite species increase with the increasing basicity of the diamine. Absorbed SO₂ found to completely desorb at 80 °C, irrespective of the presence of water.

References

1. Lim, S. R., Hwang, J., Kim, C. S., Park, H. S., Cheong, M., Kim, H. S., and Lee, H., "Adsorption and desorption of SO₂ in aqueous solutions of diamine-based molten salts," *J. Haz. Mat.*, **289**, 63-71 (2015).
2. Simanjuntak, F. S. H., Choi, J. S., Lee, G., Lee, H. J., Lee S. D., Cheong, M., Kim, H. S., and Lee, H., "Synthesis of glycerol carbonate from the transesterification of dimehtyl carbonate with glycerol using DABCO and DABCO-anchored Merrifield resin," *Appl. Catal. B*, **165**, 642-650 (2015).

친환경 이산화탄소 초임계유체를 이용한 천연물의 추출과 분리분석

이도원^{1,*}
¹한국초임계(주)

Extraction and Analytical Separation of Natural Products Using Eco-Friendly Supercritical Fluid CO₂

Do Weon Lee^{1,*}
¹Korea Supercritical Technologies, Inc.

1950년대 말 독일에서 개발하여 시판한 입덧치료제인 Thalidomide의 부작용으로 수많은 기형아들이 태어나게 되었습니다. 제약 연구원들이 왜 이런 현상이 일어났는지 연구한 결과 Thalidomide가 한 성분이 아니고 두 성분인 광학이성질체 (R)- and (S)-Thalidomide가 혼합되어 있었다는 것을 알게 되었습니다. 그 중에 한 성분인 (R)-Thalidomide는 입덧을 진정시켜주는 성분이 있었지만 다른 성분인 (S)-Thalidomide는 기형을 발생시키는 물질이었습니다. 그 이후로 대부분의 국가에서는 광학이성질체 (optical isomers)를 분리하든지 아니면 카이랄(chiral) 촉매를 이용하여 하나의 이성질체만 만들 수 있도록 많은 연구를 해왔습니다. 우리 인체와 자연계의 대부분의 물질들이 그렇듯이 우리가 복용하는 대부분의 약들은 카이랄 물질들입니다. 카이랄 물질들을 순수하게 만들거나 분리하는 일은 매우 많은 시간과 노력이 필요로 합니다. 그래서 한국초임계(주)에서는 제약 산업에 조금이나마 보탬이 되고자 초임계유체를 이용하여 분리, 분석 및 정제 서비스를 하고자 설립하였습니다. 한국초임계(주)에서는 제약업자/유기화학자들이 가장 어렵다고 생각하는 카이랄 물질들을 친환경적인 이산화탄소 초임계유체를 이용하여 쉽고, 빠르고, 순수하게 분석할 수 있을 뿐만 아니라, 광학이성질체를 분취할 수 있는 장비를 갖추고 국내에서 유일하게 서비스를 제공하고 있습니다. 또한 우리 주변에는 우리 몸에 매우 좋은 천연물 의약품들이 많이 있습니다. 예를 들면, 우리가 자주 먹는 당근 속에는 베타카로틴(β -carotene)이 많이 들어 있습니다. 그 중에 9-cis- β -carotene은 야맹증과 백내장 치료에 매우 좋은 성분입니다. 하지만 이런 성분을 온전하게 추출하는 것은 쉽지 않을 뿐만 아니라 가격도 매우 비싸게 유통되고 있습니다(약 120만원/mg). 한국초임계(주)에서는 이런 좋은 천연물 속에 있는 좋은 것들 중에 꼭 우리가 필요한 것만 분리/분취할 수 있는 기술도 보유하고 있습니다. 저희 회사가 한국 최초로 초임계유체 크로마토그래피의 모든 기술을 책임지겠다는 각오로 설립하였습니다. 한국초임계(주)에서 할 수 있는 일들은 아래와 같습니다.

- 초임계유체 크로마토그래피를 이용한 모든 기술 및 응용
- 광학이성질체의 초고순도 분리/정제
- 천연물 내의 주요 성분의 초고순도 분리/정제
- 대부분 화합물 내의 불순물 정제
- 그 외 분리/정제가 필요로 하는 모든 분야

이번 세미나에서는 친환경적인 초임계유체를 이용하여 추출(extraction)과 분석(analysis), 그리고 분리(separation)을 동시에 할 수 있는 장비를 이용하여 카이랄 화합물 및 천연물에서 유용한 성분만 분리/분석하는 것에 대하여 전반적으로 소개하도록 하겠습니다.

CT-07

이산화탄소 초임계유체를 이용한 온라인 추출/분리분석 시스템의 소개

조윤성^{1,*}
¹동일시마즈

Instruction of on-line Supercritical Fluid Extraction / Supercritical Fluid Chromatography system using Supercritical CO₂

Yoon-Seong Cho^{1,*}
¹Dong-il SHIMADZU

초임계유체크로마토그래피란, 이동상을 임계압, 임계온도 이상으로 하여 초임계유체상태에서 사용하는 크로마토그래피를 말한다. 특히 이산화탄소가 비교적 저온에서 조작성이 가능하고, 다른 물질에 비해 안전성도 우수하기 때문에 많이 이용되고 있다. 일반적으로 액체/기체와 비교하였을 때, 확산계수가 크고, 점도가 낮아 양쪽의 장점을 갖춰 보다 양질의 분석결과를 얻을 수 있다. 또한 SFE(supercritical fluid extraction)은 높은 밀도를 유지하면서 낮은 점성과 액체의 100배 가량이나 큰 확산능력이 있기 때문에 액체추출법에 비교하여 효율이 높아 식품 및 의약품분야에서 많이 사용되고 있다.

SHIMADZU Onl-line SFE/SFC system은 초임계유체추출(SFE)과 초임계유체크로마토그래피(SFC)를 하나의 시스템으로 조합한 유일한 시스템이다. 고체시료에서 목적 성분의 추출과 분석을 자동화 하여 전처리 조작시간 단축과 함께 다양한 장점을 통해 정밀도가 높은 분석 데이터를 얻을 수 있다.

- 유기용매 사용량을 줄임으로써 환경 부하와 비용 절감
- 불안정한 성분의 안정적인 분석.
- 높은 확산성과 낮은 점성의 초임계유체에 의해 분석의 고속화
- 컬럼 충전제에 대한 높은 침투성으로 구조유사체, 광학이성질체, 구조이성질체의 분석
- 분리 모드 차이에 의한 질량분석기 감도 향상

이러한 응용자료들을 공유함으로써 분석적 한계성을 뛰어넘어 다양한 분야에서 적용 될 수 있는 시스템을 제안하고자 한다.

PC-SAFT 상태방정식을 이용한 고압에서의 상평형 모델링

변헌수¹, 이봉섭^{2,*}¹전남대학교 공학대학 화학생명공학과, ²경남대학교 공과대학 소방방재공학과

Modeling of Vapor-Liquid and Liquid-Liquid Equilibria at High Pressure using PC-SAFT Equation of State

Hun-Soo Byun¹, Bong-Seop Lee^{2,*}¹Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University,²Department of Fire and Disaster Prevention Engineering, Kyungnam University

Introduction

The modeling for vapor-liquid (VLE) and liquid-liquid equilibria (LLE) is of importance in the efficient operation, rational design and development of new separation processes, such as extraction and extractive distillation. For accurate process modeling, the reliable model for supercritical solvent in high pressure area is essentially required and important. To describe the phase behaviors at high pressure, in this work, PC-SAFT EoS¹ is applied to modeling of phase behaviors at high pressure for CO₂/DME (dimethyl ether) and methanol/pentane systems.

The Theoretical Background

The PC-SAFT EoS for a mixture of homonuclear chain molecules is represented as follows¹:

$$Z = Z^{hc} + Z^{disp} + Z^{assoc} \quad (1)$$

In the mixture, pair-potential parameters σ_{ij} and ϵ_{ij} between unlike segments can be obtained by conventional combining of rules:

$$\sigma_{ij} = (\sigma_i + \sigma_j)/2 \quad \text{and} \quad \epsilon_{ij} = (1 - k_{ij}) \quad (2)$$

where k_{ij} is the adjustable binary interaction parameter.

Results and Discussions

The pure component parameters of PC-SAFT EoS are obtained by simultaneously fitting the saturated vapor pressure and liquid density. Then, methanol is considered as two-site (2B type) model. The k_{ij} is adjusted to describe VLE and LLE phase behavior well. As shown in Fig. 1, the calculated results with PC-SAFT EoS showed a good agreement with experimental data at high pressure.

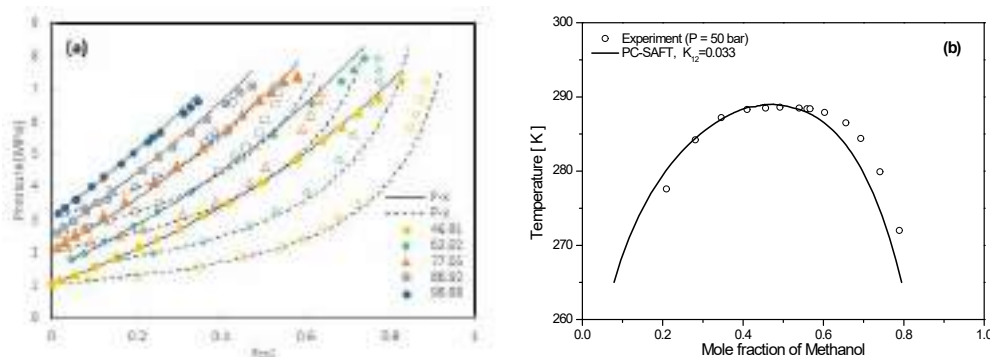


Figure 1. Vapor-liquid equilibria for CO₂/DME and (b) liquid-liquid equilibria for methanol/pentane system.

Conclusions

In this work, the PC-SAFT EoS is successfully applied to the calculation at high pressure of VLE and LLE for the binary systems, and it is anticipated that the PC-SAFT EoS may be useful for describing phase behaviors at high pressure.

References

1. Gross, J. and Sadowski, G., "Application of the Perturbed-Chain SAFT Equation of State to Associating Systems," *Ind. Eng. Chem. Res.*, **41**(22), 5510–5515 (2002).

CT-09

Pressurized solvent extraction of polysaccharides from Brown seaweed and its biological activities

P.S. Saravana¹, Hee-Chul Woo², Byung-Soo Chun^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,

²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Brown seaweed consists of about 2000 species, making it the second most abundant group of marine algae. In addition to its long-standing uses in alginate and fertilizer production, in seaweed meal for animal and human consumption, focus on the utilization of seaweed has been growing in the recent years due to the bioactive compounds it contains, which can be potentially used as pharmaceuticals and nutraceuticals. Fucoidan is a sulfated polysaccharide and it has been shown to have diverse biological activities including anticoagulant, antithrombotic, antiinflammatory, antitumoral, contraceptive, antiviral and antioxidant. Generally, fucoidan consists of α -(1→3)- and (1→4)-linked-L-fucose residues, that may be organized in stretches of (1→3)- α -fucan or of alternating α -(1→3)- and α -(1→4)-bonded L-fucose residues. The L-fucose residues may be substituted with sulfate (SO₃) on the C-2 or C-4 (rarely on C-3). Besides fucose, fucoidan also contains some other monosaccharides such as mannose, rhamnose, galactose, glucose, xylose and uronic acids. Fucoidan is typically extracted by using large volumes of aqueous or acidic solutions at temperatures from room temperature to 100 °C for several hours. Recently, the extraction methods employing 'green technology' have been preferred these technologies allow for the extraction of natural ingredients without the need of toxic or chemical solvents in various industry. In this regard, pressurized solvent extraction (PSE) is an excellent choice for the production of extract with functional activity from brown seaweed. In the process of PSE, water in subcritical phase employed as a solvent at elevated temperature under pressure modifies the dielectric constant and changes its polarity, thus selectively extracting different classes of compounds. Therefore, the PSE as a green technology can be used for the extraction of fucoidan from brown seaweed for safe and rapid methodology. The objectives of this study were to optimize the process of fucoidan extraction from brown seaweed by PSE technology. The influence of temperature, pressure and extraction time on fucoidan yield will be studied. The molecular weight, chemical composition, and anti-oxidant activity of recovered fucoidan will be investigated.

Quality properties of Atlantic salmon by-product oils extracted by supercritical carbon dioxide and conventional methods

Monjurul Haq¹ and Byung-Soo Chun^{1,*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University

Fish processing industries produce a large amount of by-products every year which are just dumped or used for less productive purposes. This paper instructs the approaches to extract edible oils from Atlantic salmon by-products using environment friendly, clean technology for value addition of fish wastes and meeting the increased demand of omega polyunsaturated fatty acids. Atlantic salmon by-products (belly part, trimmed muscle, frame bone and skin) oils extracted by supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) and n-hexane were compared with frame bone oil (PFBO) obtained from traditional pressing. Oil extracted by n-hexane, was considered as total oil and the yield was higher amongst with 45.46 ± 0.57 – 49.26 ± 0.90 %, followed by SC-CO₂ and pressed oil with 76.12 ± 1.02 – 86.99 ± 1.14 and 61.83 ± 0.84 % (of total oil, dry matter basis), respectively. SC-CO₂ extracted oils showed attractive color and better viscosity property than PFBO and n-hexane extracted oil. As taxanthin content of pressed and SC-CO₂ extracted oils was higher compared to n-hexane extracted oils. The acid value, peroxide value and free fatty acid value of PFBO were lowest (6.29 ± 0.32 , 0.97 ± 0.12 and 2.37 ± 0.19 respectively) followed by SC-CO₂ (7.48 ± 0.62 – 8.03 ± 0.35 , 1.10 ± 0.2 – 1.25 ± 0.14 and 3.23 ± 0.31 – 3.89 ± 0.40 respectively) and n-hexane (10.28 ± 1.25 – 11.03 ± 0.52 , 1.36 ± 0.28 – 1.68 ± 0.20 and 4.08 ± 0.22 – 4.74 ± 0.18 respectively) extracted oils. p-Anisidine value and total oxidation value of SC-CO₂ extracted oils were significantly ($P < 0.05$) lower than PFBO and n-hexane extracted oils. SC-CO₂ extracted oils displayed higher radicals scavenging activity and longer oxidative stability period (1.37 ± 0.03 – 2.14 ± 0.03 h). There was no significant difference in fatty acid compositions among the extracted oils. Extraction of edible oil by SC-CO₂ from fish by-products may play a key role for obtaining financial benefits, nutrition and reducing environmental pollution.

일반세션
청정기술 일반

3월 30일(목) 09:00~12:00
부산 웨스틴조선호텔 Rose/Lilac

CT-11

석탄화력용 초임계 CO₂ 사이클 기술개발 현황

임동렬^{1,*}, 박성호¹, 김준영¹, 신중욱¹, 변용수¹, 오승천¹
¹고등기술연구원

Current Status on Technical Development of Supercritical CO₂ Cycle for Coal-fired Power Plants

Dong-Ryul Rhim^{1,*}, Sung-Ho Park¹, Joon-Young Kim¹, Jung-Uk Shin¹, Yong-Soo Byun¹,
Seung-Chun Oh¹
¹Institute for Advanced Engineering

국내 석탄화력발전소의 총 설비용량은 26,273.6 MW로 국내 총 발전량의 약 39% 정도를 담당하고 있으며, 국내 석탄화력발전소에서 배출되는 CO₂는 2014년 기준으로 약 1억 5000만톤 이상으로 이는 국내 온실가스 배출량의 약 21%를 차지하고 있다. 국가적으로 2030년까지 BAU 대비 37%의 온실가스를 줄여야 하며, 석탄화력발전소도 온실가스의 감축을 일정 부분을 담당해야 하는 상황이다. 석탄화력발전소에서 온실가스를 저감 시킬 수 있는 기술인 CCS(이산화탄소 포집 및 저장)기술은 온실가스 포집에 소요되는 전기량이 많고 국내에 온실가스를 저장할 공간이 아직 발견되지 않아 기술 적용이 쉽지 않은 상황이어서, 석탄화력발전소의 발전 효율을 높여 온실가스 감축효과를 거둘 수 있는 차세대 발전기술의 도입과 개발이 시급한 상황이다.

초임계 CO₂ 사이클은 석탄화력 발전 사이클의 작동유체로 물을 활용하는 기존 증기 랭킨 사이클 방식 대신, 물에 비해 낮은 온도와 압력에서도 초임계 상태에 도달이 가능한 CO₂를 작동유체로 사용하는 초임계 CO₂ 브레이튼 사이클이며, 초임계 CO₂ 사이클은 사이클의 모든 공정에서 초임계 상태로 운전이 되고, 사이클 효율이 높고 높은 밀도로 인하여 핵심기기의 소형화가 가능하여 발전 시스템의 패러다임을 바꿀 수 있는 기술로 주목받고 있는 차세대 발전 사이클이다.

미국 Pratt Whitney and Rocketdyne사는 미국 에너지성의 지원을 받아 가압유동층연소(PFBC) 보일러 연계 초임계 CO₂ 발전기술을 적용하는 CO₂ 무배출형 석탄화력 발전소 개념 개발을 진행 하였으며, 프랑스의 EDF사는 CCS 연계 초임계 CO₂ 발전기술을 이용한 신개념 석탄화력 발전소를 연구 중이고, 국내에서는 고등기술연구원이 다양한 석탄의 적용이 가능한 순환유동층연소(CFBC) 연계 고효율 초임계 CO₂ 발전시스템 공정개발을 진행하고 있다. 지금까지의 석탄화력 연계 초임계 CO₂ 사이클 기술개발 관련 모든 노력은 개념 설계 및 공정 개발 위주로 진행되어 왔으며, 순 출력 기준 100MWe급 이상 상용급 석탄화력 발전소에 초임계 CO₂ 사이클을 적용하여 발전효율 향상에 따르는 온실가스 배출 감축이 가능한 차세대 석탄화력발전소의 개념 설계와 이를 검증할 초임계 CO₂ 시스템의 원천기술 개발과 성능 시험은 아직까지 진행되고 있지 않았다.

고등기술연구원은 2016년 12월부터 남동발전, 서부발전, 동서발전 및 관련 연구기관, 대학, 중소기업과 공동으로 석탄화력 발전용 초임계 CO₂ 발전 사이클 원천기술 개발을 시작하였으며, 석탄화력 발전플랜트 대상 고효율 초임계 CO₂ 사이클 개념 도출 및 설계요건 개발과 100MWe 석탄화력 연계 초임계 CO₂ 발전 시스템 개념설계, 고온 초임계 CO₂ 열교환 기술 개발, 초임계 CO₂ 발전 플랜트용 고효율 고온/고압 축류형 터빈 기술 개발, 고온/고압 조건의 초임계 CO₂ 환경에서 재료 장기건전성 평가 및 데이터베이스 구축, 그리고 원천 기술 검증을 위한 Test-loop 구축 및 통합 성능 시험을 실시할 예정이다.

(사사) 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20161110100120)

CT-12

BTX 생산을 위한 디젤 끓는점 범위의 중방향족의 수소변환

신재욱¹, 최예슬¹, 오영석¹, 류혜원¹, 이정규^{1,*}
¹동아대학교 화학공학과

Hydroconversion of Heavy Aromatics of Diesel Boiling Range for BTX Production

Jaeuk Sin¹, Yeseul Choi¹, Youngseok Oh¹, Hyewon Ryu¹, Jung Kyoo Lee^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Dong-A University

One feasible option for upgrading surplus poly-aromatic hydrocarbon of diesel boiling range (such as light cycle oil (LCO) from fluidized catalytic cracker (FCC), pyrolysis fuel oil (PFO) from NCC and C10+ heavy aromatics from xylene plants) is to produce high-value chemicals such as BTX. To obtain a high per-pass yield of BTX, it is important to convert the 2- and 3-ring aromatics into 1-ring products in high selectivity followed by selective hydrocracking of 1-ring aromatics into BTX. In order to design selective bi-functional hydrocracking catalysts, we have investigated the effects of metallic functions of different hydrogenation power, acidity and structure of zeolites of hydrocracking catalysts on the conversion of model reactant, tetralin. It was found that BTX yield can be much enhanced by employing a metallic function of moderate hydrogenation activity on a hybrid zeolite matrix composed of a large-pore zeolite (12MR) and a medium-pore zeolite (10MR). Finally, the performances of hydrocracking catalysts were evaluated in the conversion of C10+ heavy aromatics from a commercial xylene plant into high value BTX.

Reference

1. Choi, Y., Lee, J., Shin, J., and Lee, J. K., "Selective hydroconversion of naphthalenes into light alkyl-aromatic hydrocarbons," *Appl. Catal. A*, **492**, 140-150 (2015)
2. Lee, J., Choi, Y., Shin, J., and Lee, J. K., "Selective hydrocracking of tetralin for light aromatic hydrocarbons," *Catal. Today*, **265**, 144-153 (2016)
3. Kim, D. W., Koh, J. H., Lee, S. I., and Oh, S. H., "Hydrocracking catalyst for preparing valuable light aromatic hydrocarbons from polycyclic aromatic hydrocarbons," KR Patent No, KR 10-2010-0103540.
4. Bjørgen, M., Joensen, F. Holm, M. S., Olsbye, U., Lillerud, K., and Svelle S., "Methanol to gasoline over zeolite H-ZSM-5: Improved catalyst performance by treatment with NaOH," *Appl. Catal. A*, **345**, 43-50 (2008)

고체 바이오매스 연료의 재연소 반응 특성에 대한 실험적 연구

김지완¹, 김혜원², 신명철², 황정호^{1,*}¹연세대학교 기계공학과, ²한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹

An experimental study of reburning characteristics analysis using solid phase biomass fuel

Jiwan Kim¹, Hyewon Kim², Myungchul Shin², Jungho Hwang^{1,*}¹Department of Mechanical Engineering, Yonsei University,²Thermochemical energy system group, Korea Institute of Industrial Technology

NO_x를 저감하는 방법은 크게 두 가지로 화염영역의 공기의 유동 및 공기와 연료의 비율을 조절하여 NO_x발생을 억제하는 방식인 연소 개선방법(Combustion modification method)과 기 발생된 NO_x를 연소 반응 영역 후단에서 N₂로 환원시키는 연소 후처리 방식(Post combustion treatment method)이 있다. 재연소(Reburning) 방법은 연소 반응 영역 내에서 공기와 연료의 비율을 조절하여 화염에서 기 생성된 NO_x를 N₂로 환원시키는 연소 개선 방식 중 하나로 시스템으로의 적용이 쉽고, 투자비 및 유지비가 비교적 저렴하여 선호되는 NO_x 저감 방법 중 하나이다.

최근 화석연료 고갈에 따른 화석연료에 대한 의존도 감소를 위한 대체연료로써 바이오매스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 질소산화물 배출량 저감을 위한 재연소에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 화석연료 고갈과 질소산화물에 의한 대기오염이라는 두 가지 문제에 대한 해결 방안으로 바이오매스를 재연소 연료로써 사용하기 위하여 각각의 재연소 조건에서의 NO_x 저감 반응 특성에 대한 실험적 연구를 진행하였다.

실험은 재연소 조건을 모사하기 위한 수직관형 반응기인 DTF (Drop Tube Furnace)에서 수행되었다. DTF의 가열부는 Sic 발열체로 구성되어 있으며 3개의 온도센서에 의해 일정 온도로 제어된다. 내부 반응 튜브는 석영관을 사용하였고 튜브의 내경과 길이는 각각 500mm, 1300mm이고 실제 반응이 일어나는 반응부의 길이는 총 1000mm 이다. MFC를 통하여 재연소 조건을 모사한 혼합기가 시료와 함께 튜브 내로 투입되어 반응이 진행된다. 반응 후의 연료는 반응 튜브 이후에 프로브의 여과장치에 의하여 포집되고 반응 후의 가스는 가스분석기를 통하여 분석된다. 고체 바이오매스 연료는 150~200 μm 크기의 왕겨를 사용하였고 연료유량은 1.7g/min, 체류시간 1초로 고정하였다. 실험은 온도 800~1000 °C, 당량비 0.9~1.6, 초기 NO 농도 200~700 ppm 의 변수로 진행되었다.

DTF에서 재연소 조건을 모사하여 실험한 결과 반응 온도가 높아질수록 NO 전환율이 증가하였고 초기 NO 농도가 증가함에 따라 NO 전환율이 증가함을 확인하였다. 반응온도 800 °C, 900 °C의 경우 당량비 약 1.3의 조건에서 각각 최대 59.03%, 62.18%의 NO 전환율을 보였고 1000 °C의 경우 당량비 약 1.5의 조건에서 최대 68.46%의 NO 전환율을 가짐을 확인하였다. 또한 각 조건에서의 반응성의 척도라 할 수 있는 Kinetic parameter를 초기 NO 농도 500ppm의 조건에서 각 당량비 조건별로 도출하였고 그 결과 당량비 약 1.5에서 반응차수 n=2.47, 활성화에너지 E_A=41556.20 [kJ/gmol], 활성화빈도 A=52381.05 [(cm³/gmol)⁽ⁿ⁻¹⁾/s], 당량비 약 1.3에서 반응차수 n=1.94, 활성화에너지 E_A=15587.84 [kJ/gmol], 활성화빈도 A=308.92 [(cm³/gmol)⁽ⁿ⁻¹⁾/s], 당량비 약 1.1에서 반응차수 n=2.19, 활성화에너지 E_A=17086.92 [kJ/gmol], 활성화빈도 A=1086.80 [(cm³/gmol)⁽ⁿ⁻¹⁾/s]임을 확인하였다.

CT-14

해조류 바이오가스를 사용하는 고체산화형 연료전지-유기 랭킨 사이클 통합 시스템의 경제성 분석

Ivannie V. Effendi¹, 유준^{1,*}
¹부경대학교 화학공학과

Economic Analysis of Integrated Solid Oxide Fuel Cell - Organic Rankine Cycle Fueled by Seaweed Biogas

Ivannie V. Effendi¹, Jay Liu^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

With the escalating greenhouse gas emissions from utilization of fossil fuels, renewable power sources are required to substitute fossil fuels. One of the promising renewable power sources is biogas obtained from third generation feedstock like brown algae (*Saccharina japonica*). This biogas can be converted into electricity using Solid Oxide Fuel Cell (SOFC), the most promising fuel cell technology for stationary power generation. SOFC generates high amount of waste heat, which makes it viable to integrate it into combined heat and power (CHP) power generation. In this work, energy and economic analysis of integrated SOFC and Organic Rankine Cycle (ORC) is investigated. The overall energy efficiency for SOFC is ~42.5% with minimum power selling price (MPSP) of 0.1374\$/kWh. By integrating SOFC and ORC the overall efficiency can increase up to 6% and the MPSP decreases by 12.4%. Eighteen SOFC and ORC were used for a 59 MW power output produced from 62,500 kg/hour of brown algae. Future works will integrate the CHP into Combined Hydrogen, Heat, and Power (CHHP) power generation.

CT-15

지오폴리머 제조 및 혼합물을 이용한 성형체 제조 특성

전동환¹, 이재만¹, 윤성필¹, 권인구¹, 정우현^{1,*}
¹고등기술연구원

Characteristic of Molding Manufacture using Geo-polymer Paste

Dong-hwan Jeon¹, Jea-man Lee¹, Sung-phil Youen¹, In-goo Kwan¹, Woo-hyun Jung^{1,*}
¹Institute for Advance Engineering

석탄가스화복합발전(IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle)은 저급연료인 석탄을 이용한 고효율 발전기술이며, 기존에 연소방식의 화력발전보다 운전과정에서 발생하는 공해물질을 최소화할 수 있기 때문에 저공해 발전기술로도 알려져 있다. 석탄가스화기는 고온, 고압조건으로 운전되며, 운전과정에서 석탄에 함유된 회분 및 금속성분은 대부분 용융되고 가스화기 하부에 구성된 Quencher에서 급격히 냉각된 후 슬래그 형태로 배출된다. 현재 국내의 경우에는 석탄가스화 과정에서 생성되는 용융슬래그 활용기술이 확인되지 않고 있으며, 생성되는 용융슬래그를 처리하기 위한 방법으로 전량 매립에 의존하고 있는 실정이다.

생성된 용융슬래그는 대부분 Si와 Al이 주성분으로 이는 철광제품 제조과정에서 생성되는 고로슬래그와 비교적 유사한 조성을 갖는 것으로 확인되고 있다. 지금까지의 연구된 지오폴리머 제조기술은 대부분 석탄화력발전 과정에서 생성된 연소 잔재물이나 고로슬래그 등을 주원료로 사용하였으며, 아직까지는 석탄가스화 용융슬래그를 활용하는 지오폴리머 제조기술은 현재 확인되지 않고 있다.

본 연구에서는 석탄가스화복합발전 실증플랜트 운전과정에서 발생된 용융 슬래그를 원료물질로 사용하는 친환경-저탄소배출형 지오폴리머 제조 시험을 진행하였으며, 이때 제조된 지오폴리머 paste를 제품화하기 위한 성형체 생산 시험을 진행하였다.

사사

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20153030050080)

CT-16

미세유체 장치내 온화한 조건하의 생체 모방 촉매를 이용한 실리카 입자 합성

김동영¹, 박기수¹, 홍선옥², 김주민^{2,3}, 이창수^{1,*}

¹충남대학교 화학공학과, ²아주대학교 에너지 시스템학과, ³아주대학교 화학공학과

Synthesis of silica particle by using bio-mimetic under the ambient condition in microfluidic device

Dong-Yeong Kim¹, Ki-Su Park¹, Sun Ok Hong², Ju Min Kim^{2,3}, Chang-Soo Lee^{1,*}

¹Department of Chemical Engineering, Chungnam National University,

²Department of Energy Systems Research, Ajou University,

³Department of Chemical engineering, Ajou University

Silica particles have been used in various fields by application of catalysts, cosmetics, biosensors. And also silica particles are used for improving the physical and chemical properties of composite materials. However, the conventional method of synthesizing silica particles requires extremely low or high pH as well as high temperature and high pressure. In addition, the bulk process in which the synthesis reaction takes place produces a large amount of reaction waste. As a result, these conventional methods can act as factors of environmental destruction such as soil pollution. In order to solve these problems, we have developed a microfluidic reactor which can mix efficiently by using fluid instability by viscoelastic polymer solution. In addition, it was possible to synthesize silica under ambient conditions such as room temperature, atmospheric pressure and neutral pH using Polyallylamine hydrochloride (PAH) which is amine functionalized polymer and R5 peptide derived diatom as a bio-mimetic catalysts. In the microfluidic system, the reaction using bio-mimetic catalysts was able to form silica nanoparticle within a short period of time under mild conditions. In addition, the synthesized silica nanoparticles showed a hyper-branched structure rather than a simple spherical particle. The silica nanoparticles having such a unique shape are expected to be used as high performances materials in the fields of cosmetics, bio-pharmaceuticals and bio-sensors.

CT-17

수소가스 운송용 복합재료 압력용기 End Nozzle에 적용된 Al6061합금의 제조공정에 따른 내부 잔류 응력 평가

김대결^{1,2}, 남선우¹, 박경태¹, 김택수^{1,2,*}
¹한국생산기술연구원, ²과학기술연합대학원대학교

Evaluation of Internal Residual Stress of Al 6061 Alloy Applied to Hydrogen Gas Transportation Composite Pressure cylinder End Nozzle by Manufacturing Process

Dae-kyeom Kim^{1,2}, Sun-woo Nam¹, Kyoung-Tae Park¹, Taek-soo Kim^{1,2,*}
¹Korea Institute of Industrial Technology, ²University of Science and Technology

최근 화석에너지의 수급불안과 유해 가스 배출에 인한 환경오염 문제로 선진국을 중심으로 신재생 에너지에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그중 수소는 이산화탄소와 같은 온실가스를 배출하지 않고 순수한 물만 배출하는 무공해 연료로 관심이 증가하고 있다. 수소에너지를 사회로의 도입과 안정적인 에너지원으로 사용하기 위해서는 수소의 원활한 운송 및 저장이 필수적이지만 큰 부피(프로판 가스의 22배)로 인해 상용화가 어려운 상황이다. 따라서 단위 체적 당 높은 수소가스를 저장하기 위해 고압의 용기의 개발이 필수적이다. 고압용기의 경우 금속으로만 이루어진 type1 용기, 금속 라이너에 중심부만 복합재료로 보강한 type2, 금속의 라이너 전체를 복합재료로 보강한 type3, 플라스틱 라이너와 복합재료로 보강한 type4가 있다. type4 용기는 플라스틱으로 저장 가능한 가스 체적 대비 용기의 무게가 가볍고 수소취성의 문제가 발생하지 않으며 탄소섬유 복합재료로 이루어진 보강 층은 높은 내식성 및 경량화로 인해 수소가스 운송에 가장 적합한 용기로 평가되고 있다. 하지만 type4 용기 구성 중 valve와 regulator를 연결하기 위한 End nozzle이 유일하게 금속 소재로 이루어져 있으며, 금속소재는 수소 취성에 대한 저항이 높고, 가스 충·방전 중에 저장 용기에 발생하는 응력에도 견딜 수 있는 강도를 가지고 있어야 한다. 이에 따라 우수한 강도, 수소취성 저항성 및 철계 금속에 비해 약 3배 밀도가 낮아 경량성 뛰어난 Al 6061-T6이 적용된다. 하지만 End Nozzle은 다른 부품과의 연결에 의해 균열이 발생되기 쉽고 고압의 수소 가스를 저장하는 동안 높은 응력에 놓여 있어 균열이 발생되어도 지속적인 하중에 대한 저항성이 높아야 하며, 지속적인 하중에 대한 저항성을 떨어뜨리는 요인으로는 제조과정 또는 사용 중 소재에 발생된 응력이라고 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 고강도 Al6061-T6 제조 공정 중 지속하중에 대한 저항성을 떨어뜨리는 소재내의 잔류 응력과 미세조직, 기계적 특성을 평가 하여 내부응력 감소와 강도유지를 위한 최적 공정 조건을 확립하는 연구를 실시하였다. Al6061 빌렛을 압출공정과 열처리공정을 진행함에 따라 변화되는 기계적 특성을 평가하기 위해 인장 실험을 실시하였으며 미세조직, 내부 응력 분석 및 상분석을 위해 SEM, EBSD 및 XRD를 이용하여 분석하였다.

참고문헌

1. Hervé Barthélémy, David Birch, Wolfgang Dörner, Jörgen Erlandsson, Giorgio Gabrieli, Alexander Kriese, Els Vandererven, Andy Webb, "Recommendations for avoidance of sustained load cracking of aluminium alloy cylinders" European Industrial Gases Association AISBL (2012)

일반세션
청정융합

3월 30일(목) 09:00~12:00

부산 웨스틴조선호텔 Tulip/Cosmos

Improvement of the biological treatment of sulfate and metal-rich wastewater

Subhabrata Dev^{1,*}, Byong-Hun Jeon², Jayanta Bhattacharya^{1,3}

¹Department of Mining Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur,

²Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University,

³School of Environmental Science and Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur

The biological treatment of sulfate and metal-rich wastewater depends on the growth of Sulfate Reducing Bacteria (SRB) which in turn is dependent on the availability of the nitrogen source in the growth substrates. In the present study, nitrogen-rich growth substrate termed as marine waste extract (MWE) was prepared from the organic wastes generated in the coastal areas due to regular fishing activities. The MWE was rich in nitrogen and contained other essential nutrients. The MWE was cost effective and it supported SRB growth better than the commercially available nitrogen sources. The MWE supplemented SRB growth medium (MSRB) was developed which also supported the SRB growth and sulfate removal better than the available standard growth media. The biological sulfate removal was improved by optimizing the different parameters such as pH, hydraulic retention time (HRT), sulfate, total organic carbon (TOC) and MWE concentration. During the batch and continuous flow studies, multiple parameter optimizations were performed using response surface methodology (RSM) and Taguchi method, respectively. The continuous flow study was performed using a laboratory scale anaerobic packed bed bioreactor (PBR). The multiple parameter optimizations showed the significant improvement in SRB growth and sulfate removal. The parameters were positively correlated and their influence on sulfate removal was as pH > MWE > sulfate > HRT > TOC. The growth kinetics study revealed that the growth rate of SRB was improved due to the supplementation of MWE as nitrogen source. The characterization of biofilm developed inside the passive bioreactors showed the dominance of SRB (87-89%). The PBR was operated at optimized condition to treat sulfate and metal-rich wastewater collected from mining industries. Nearly complete sulfate and metals were removed from the wastewaters at high rate. The present study creates the future prospect for the development of sustainable technology to treat sulfate and metal-rich wastewater in a large scale.

Keywords: Sulfate reducing bacteria; nitrogen source; marine waste extract; sulfate and metal removal; wastewater; parameter optimization.

References

1. Dev S, Bhattacharya, "Use of Marine Waste Extract as a Nitrogen Source for Biological Sulfate Reduction: Development of a Sustainable Alternative," *J. Mine Water Environ.*, **33**, 362-371 (2014).
2. Dev S, Roy S, Das D, Bhattacharya J, "Improvement of biological sulfate reduction by supplementation of nitrogen rich extract prepared from organic marine wastes," *Int Biodeterior Biodegrad*, **104**, 264-273 (2015).
3. Dev S, Patra AK, Mukherjee A, Bhattacharya J, "Suitability of different growth substrates as source of nitrogen for sulfate reducing bacteria," *Biodegradation*, **26**, 415-430 (2015).
4. Dev S, Roy S, Bhattacharya J, "Understanding the performance of sulfate reducing bacteria based packed bed reactor by growth kinetics study and microbial profiling," *J Environ Manage*, **177**, 101-110 (2016).

정확한 미세 가스발생 및 소모 측정용 장치의 개발

오상은^{1,*}, 강우창¹, 신범수²

¹강원대학교 식품환경융합학과

²강원대학교 바이오시스템공학과

Development of Precise Respirometer for a Biogas Measurement

Sang-Eun Oh^{1,*}, Woo-Chang Kang¹, Bum-Soo Shin²

¹Department of Bioconvergence Sciencd and Technology, Kangwon National University,

²Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University

일반적으로 생성되는 바이오가스의 양을 측정하는 방법은 주로 미세압력을 이용하거나 주사기를 이용하여 생성량을 확인(Owen's method)하는 방법, 가스포집봉투(bag)에 가스를 포집하여 생성된 가스량을 측정하는 방법과 오일로 채워진 관에 생성되는 가스가 통과되면서 버블로 바뀌게 되고 이 버블의 부피가 일정하다는 가정하에 생성된 버블의 수를 셈으로써 양을 측정하는 방법(Challenge respirometer) 등을 사용해왔다. 이 중 Challenge respirometer의 장점은 시간에 따라 생성되는 가스의 양을 실시간으로 자동 측정이 가능하며 반응기 내 headspace의 압력 1 atm로 유지하면서 생물학적 반응을 진행시킬 수 있다. 하지만 본 연구를 위해 실험을 진행하던 도중 가스의 발생 속도에 따라 미세하지만 버블의 크기가 달라지는 것을 확인하였고 0~2 mL/min의 가스유량으로 유입될 때 공기방울의 부피가 20%까지 차이가 나는 것을 확인하였다. 따라서 단순히 버블의 크기를 고정된 후 발생하는 공기방울의 수를 세는 방식은 정확한 생성가스의 양을 측정할 수 없다고 판단하였다. 또한, 사용되는 LED의 고장이 잦고 고장 시 교환이 어렵다는 문제점이 있었다.

따라서 본 연구는 Challenge 사의 제품의 단점을 보완하는 방법을 찾고자 진행되었다. Challenge 사의 단점을 해결하기 위해 cell 하나에 센서를 위 아래로 2개를 두어 올라오는 공기방울의 부피를 공기방울이 생성될 때 마다 측정하는 방식을 고안하였다. 또한 LED 대신 쉽게 탈부착이 가능한 발광다이오드를 이용하여 센서의 고장 시 교체가 쉽도록 하였다. T1은 1개의 공기방울이 윗부분의 센서를 통과하면서 신호가 바뀌고 통과 후 다시 신호가 바뀌는 사이의 시간이며 T2는 1개의 공기방울이 아랫부분의 센서를 통과하면서 바뀐 신호와 윗부분의 센서를 통과하면서 바뀌는 신호 사이의 시간이다. T1, T2와 공기방울의 부피와의 관계를 식으로 나타내어 공기방울이 올라올 때 마다 부피를 계산할 수 있었으며 0~2 mL/min의 유량에서 2%이하의 오차를 보였다. 본 연구 및 개발된 장치는 기존 장치의 단점을 보완한 미생물호흡측정장치로 보다 정확한 측정이 가능하도록 하였으며 바이오가스의 생성량 측정 외에도 미생물의 호흡량 측정 등 다양한 분야에 사용이 가능할 것으로 판단된다.

미세조류 바이오매스의 자원화 활용에 대한 연구 바이오 (기능성)소재를 중심으로

지민규^{1,*}

¹한국환경정책·평가연구원

미세조류 자원화 분야는 신재생에너지 공급의무제도에 따라 바이오디젤 생산을 중심으로 발전되어 왔다. 하지만, 현재까지는 석유자원과 비교 시 높은 생산단가와 원료의 대량공급 문제로 상업화가 지연되고 있다. 최근 미세조류 자원화의 경제성을 위해 석유화학 대체물질과 기능성 소재 분야 등 고부가가치 산업이 발달되고 있으며 관련 시장 규모가 매년 확대되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 미세조류의 고부가가치 자원화를 위해 바이오 플라스틱과 바이오기능성 소재(기능성 식품, 화장품 및 의약품)를 중심으로 한 연구개발 동향, 시장 현황 및 제도화에 대한 내용을 검토하여 향후 개선해야 할 사항들을 알아보았다. 또한, 자원화 이외에 미세조류 부영양화에 대한 인식변화 측면에서 환경 분야의 활용가치에 대해서도 검토해 보았다.

현황연구결과, 미세조류 바이오매스의 고부가가치 물질 전환은 스피룰리나, 클로렐라 기능성 식품으로 위주로 나타났으며, 이외에 오메가3, 아스타잔틴 등의 다양한 항산화 물질을 이용한 식품, 화장품 산업이 발달되고 있다. 바이오 플라스틱의 경우, 감자·옥수수 등 전분계를 이용한 산업이 발달되었으며, 최근 비식용 작물과 조류 등 생물을 활용한 Bio-PET, PLA 생산기술이 개발되고 있다. 환경적 측면으로는 미세조류가 수계 방사성물질과 환경호르몬 등을 저감시킬 수 있는 사실이 입증되어 질소·인·중금속 오염원의 제거와 함께 활용범위가 확대되고 있다.

현재 미세조류 자원화를 위한 관련 제도는 해당 법률에 의거하여 인증제도가 확립되었거나 보완 중이다. 기능성 소재의 경우 미세조류 기반 물질의 안전성과 효능을 위주로 평가되고 있으며, 바이오 플라스틱은 생분해성과 비생분해성 제품에 따라 바이오매스의 함량, 생분해도, 중금속 함량 등이 평가기준이다. 한편, 미세조류의 자원화는 대규모 설비 운용이 제한되어 원료의 대량 확보가 어렵다. 따라서 산·학·연·정의 협력을 통한 바이오매스 수급방안 확립과 기술의 상업화 연계를 위한 제도적 뒷받침이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. Lee, Jaechoon., and Pai, Chaulmin., “Trends of Environment-friendly Bioplastics,” *Appl. Chem. Eng.*, **27**(3), 245-251 (2016).
2. Voort, M., and Vulsteke, E., *EnAlgae*, Report WP2A7.02 (2015).
3. Vigani, M., Parisi, C., Rodríguez-Cerezo, E., Barbosa, M.J., Sijtsma, L., Ploeg, M., Enzing, C., “Food and feed products from micro-algae: Market opportunities and hallenges for the EU,” *Trends Food Sci. Tech.*, **42**(1), 81-92 (2015).

Microalgal biomass production coupled with wastewater treatment for biofuel generation

El-Sayed Salama¹, Il-Seung Yang¹, Mayur B. Kurade¹, Byong-Hun Jeon^{1*}

¹Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Microalgae are a potential source of sustainable biomass feedstock for biofuel generation and can proliferate under versatile environmental conditions [1]. Mass cultivation of microalgae is the most overpriced and technically challenging step in microalgal biofuel generation. Wastewater is an available source of the water plus nutrients necessary for algae cultivation. Microalgae provide a cost-effective and sustainable means of advanced (waste)water treatment with the simultaneous production of commercially valuable products. Microalgae show higher efficiency in nutrient removal than other microorganisms because the nutrients (ammonia, nitrate, phosphate, urea and trace elements) present in various wastewaters are essential for microalgal growth [2]. Potential progress in the area of microalgal cultivation coupled with wastewater treatment in open and closed systems has led to an improvement in algal biomass production. However, significant efforts are still required for the development and optimization of a coupled system to simultaneously generate biomass and treat wastewater [3].

In this review, the systematically describe the technologies required for the successful integration of wastewater treatment and cultivation of microalgae for biomass production toward biofuel generation was discussed. It deeply reviews the microalgae-mediated treatment of different wastewaters (including municipal, piggery/swine, industrial, and anaerobic wastewater), and highlight the wastewater characteristics suitable for microalgae cultivation. Various pretreatment methods (such as filtration, autoclaving, UV application, and dilution) needed for wastewater prior to its use for microalgae cultivation have been discussed. We then consider the selection of potential microalgae species that can grow in wastewater and generate a large amount of biomass and discuss microalgal cultivation systems (including raceways, photobioreactors, turf scrubbers, and hybrid systems) that use wastewater, evaluating the capital expenditures and operational expenditures of each system. In view of the limitations of recent studies, we suggest future directions for integrated wastewater treatment and microalgae biomass production for industrial applications.

References

1. Rittmann BE., "Opportunities for renewable bioenergy using microorganisms," *Biotechnol. Bioeng.*, **100**, 203-12 (2008).
2. Borowitzka, M.A., Moheimani, N.R., Springer, Dordrecht, New York (2013).
3. Chisti, Y., "Biodiesel from microalgae," *Biotechnol. Adv.*, **25**(3), 294-306 (2007).

CT-22

The shift of glycerol metabolic flux using *Klebsiella pneumoniae* L17 on Microbial fuel cell

Mi Yeon Kim¹, Changman Kim¹, Jung Rae Kim^{1*}

¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University

Bacterial respiration is mainly regulated by external electron acceptor, and significantly affect to internal cell redox states. Interestingly various microorganisms such as electrochemically active strains, use metal ions as terminal electron acceptor, thus it have been extensively used as biocatalyst for electricity generation in MFC. Industrially, *K. pneumoniae* is widely used as glycerol fermentator for the production of value-added chemicals such as 3-hydroxypropionate and 1,3-propanediol, and also known as exoelectrogens in the previous reports. In this study, metabolic shift by the activation of electrode based-anaerobic respiration in microbial fuel cell was investigated using *K. pneumoniae* L17. To identify this metabolic shift, both mRNA and metabolite-level analysis were conducted. Electron recovery from respiration of substrate was obtained about 190 μA and 146 μA in growth and stationary phase in MFC, respectively (< 0.15 mmol of electron excretion). Metabolites production in MFC condition is similar with (micro) aerobic condition except ethanol and 1,3-PDO. RT-PCR analysis shows NAD⁺-dependent pathways were activated in electrode electron accepting condition. The results indicate that electron excretion makes metabolic pathway shift, and it could act to drive reductive pathway in *K. pneumoniae* L17 in anaerobic respiration.

References

1. Kim, Changman, et al., "Metabolic flux change in *Klebsiella pneumoniae* L17 by anaerobic respiration in microbial fuel cell," *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, **21**(2), 250-260 (2016).
2. Choi, Okkyoung, et al., "Electricity-driven metabolic shift through direct electron uptake by electroactive heterotroph *Clostridium pasteurianum*," *Scientific reports* 4 , 6961 (2014).

The optimization of pretreatment for the enhancement in bioavailability of mixed fruit waste

Shouvik Saha¹, Mayur B. Kurade¹, Sung-Eun Chang¹, Byong-Hun Jeon^{1,*}

¹Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Globalization led to rapid growth in human population and industrialization to accomplish the needs of society. One of the biggest growth is apparent in agro-food industries, which are generating enormous amount of fruit and vegetable processing wastes (*i.e.* liquid and solid) to be dumped into the environment [1]. These large amount of fruit and vegetables wastes is causing a series of serious environmental concerns; as emission of greenhouse gases (GHG) *e.g.* methane (28–36 times more potent in atmospheric warming) is correlated with the wastes deposited in landfills [2]. Thus, a proper waste management strategy need to be employed to overcome these problems. Pretreatment of fruit waste (FW) for better bioavailability, is the first step towards complete utilization of these valuable substrates to bioenergy production [3]. Optimization of pretreatment for better bioavailability requires extensive study which may consume enough time and effort. Statistical modeling using Response Surface Methodology (RSM) could be promising for the optimization study, which can eliminate the need of multiple trials [4]. Using the RSM approach in this study, a maximum sugar recovery of 95.01% (actual) was achieved from the FW, considering the retaining carbohydrates (701.7 mg g^{-1}) in the pretreated FW with fair release of reducing sugars (21.92 mg g^{-1}) in the supernatant during the pretreatment conditions of 0.2 M acetic acid, 62.5°C and 30 min. These high sugar recoveries retained the high C/N ratios (45.34) and organic matter (93%), suitable for effective bioenergy production through the fermentation of these pretreated FW. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and thermogravimetric (TG) analysis further confirmed the presence of free cellulosic portion in the pretreated FW rather than complex hemicellulose. Scanning electron microscopy (SEM) showed the disruption patterns of FW during acetic acid treatment, enhancing the porosity and the roughness of FW for better microbial attachment and utilization. Thus, acetic acid pretreated FW could be advantageous towards microbial accessibility during fermentation for better product yields.

References

1. Panda, S.K. et al., “Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes,” *Environ. Res.*, **146**, 161-172 (2016).
2. Chai, X., Tonjes, D.J., and Mahajan, D., “Methane emissions as energy reservoir: Context, scope, causes and mitigation strategies,” *Prog. Energy Combust. Sci.*, **56**, 33-70 (2016).
3. Saha, S. et al., “Improving bioavailability of fruit wastes using organic acid: An exploratory study of biomass pretreatment for fermentation,” *Energy Convers. Manage.*, **127**, 256-264 (2016).
4. Giovanni, M., “Response surface methodology and product optimization,” *Food Technology*, **37**(11), 41-45 (1983).

Reclamation of contaminated soils (TPH, benzo(a)pyrene and heavy metals) by solvent washing process

Kien Tiek Wong¹, Soyeon Yoon¹, Minji Kim¹, Min Jang^{1,*}
¹Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University

In this study, total petroleum hydrocarbon (TPH), benzo(a)pyrene (BAP) and heavy metals (HM) contaminated soils collected from Yongsan railroad depot in Seoul, Republic of Korea were treated by solvent washing. With this method, the solvent was composed of ethyl-acetate, ethanol and water with the ratio of 0.408, 0.184 and 0.408, respectively. The experiments were conducted with different parameters, such as soil mass to solvent ratio, temperature, pH and kinetics. The obtained results in Figure 1 indicated that the optimal operational condition was 3:1 of solvent to soil ratio and water pH 1. The results represented that solvent washing can remove TPH to be < 500 mg/kg (Korean regulation) while Pb concentration remained unsatisfactory. Kinetics represented a rapid removal of TPH (10 min) followed by BAP (1.7 h) while unsatisfactory HMs removal (Figure 2). After solvent washing, the remained soils were further treated by various concentrations of HCl and all heavy metals were removed below their regulations. These sequential washing of solvent and acid can remove complex organic and heavy metals, as well as they had higher removal efficiencies than acidic or oxidant washing.

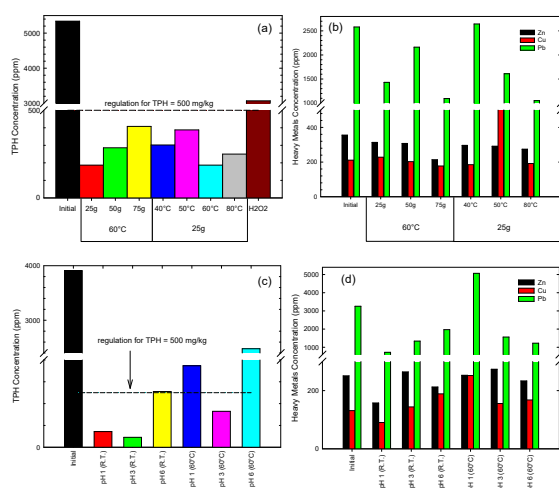


Figure 1: TPH and HMs removal by solvent extraction at different (a and b) mass and temperature effect (c and d) pH and temperature effect. (soil - 80g, solvent - 250ml and 3h operation time)

Figure 2: Kinetic operation for TPH, BAP and HMs removal. (soil - 80g, solvent - 250 mL and 3 h operation time)

References

- Golan, T. et al., "Heavy metals extraction with the SRPTE process from two matrices - Industrial sludge and river sediments," *Chem. Eng. J.*, **236**, 47-58 (2014).
- Di Palma, L. et al., "Recovery of EDTA and metal precipitation from soil flushing solutions," *J. Hazard. Mater.*, **103**, 153-168 (2003).

자가발열호기소화(ATAD)를 이용한 중온 및 고온에서의 축산분뇨 처리 특성 연구

강우창¹, 고성윤¹, 오상은^{1,*}
¹강원대학교 식품환경융합학과

Study of Swine Wastewater Treatment of Advanced Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion Technology

Woo-Chang Kang¹, Sung-Yoon Ko¹, Sang-Eun Oh^{1,*}

¹Department of Bioconvergence Science and Technology, Kangwon National University

사육되고 있는 가축의 수는 2014년 기준 약 천만마리로 매년 증가하고 있는 추세이다. 따라서 발생하는 축산분뇨의 양은 점차 증가하고 있다. 이 중 돼지로부터 발생하는 축산분뇨는 2010년 이전 전체 축산분뇨 발생량의 약 42%를 차지하였으며 2011년 구제역 발생으로 돼지사육두수가 감소함에 따라 약 36%로 감소하였다. 2012년 이후 돈분뇨가 차지하는 비율은 약 50%이상으로 돼지사육두수에 비해 많은 양이 발생하고 있다. 돈분뇨는 고농도의 질소와 인을 다량 함유하고 있기 때문에 방류가 가능하도록 방류기준에 맞게 처리되어야 하나 적절히 처리가 되지 않고 강, 하천 등 수계에 방류될 경우 부영양화 등의 환경문제가 발생하게 된다. 질소를 제거하는 방법은 여과/흡착, 암모니아 탈기, 금속염을 이용한 물리화학적 방법과 ANAMMOX, A₂O, SBR 등의 생물학적방법으로 나눌 수 있다. 본 연구진이 질소제거 연구에 이용한 자가발열호기성소화(Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion, ATAD)는 유기물이 산소를 이용하여 산화가 될 때 발생시키는 열을 이용하여 반응조 내부 및 시료의 온도를 높이고 고온에서 유기물의 분해를 가속시키는 공법이다. 운전온도가 고온이므로 유기물의 분해와 더불어 병원균의 사멸을 기대할 수 있어 최종슬러지는 퇴비로 재이용이 가능하다.

본 연구는 안성시에 위치한 광일농장에서 채취한 돈분뇨를 반응부피 18 L의 반응조 3개를 연속식(계단식)으로 자연유하가 되도록 유입시켰고 HRT 10 day로 운전하였다. 1단은 고온, 2단과 3단은 중온의 온도범위에서 운전이 되도록 하였다. 반응조 외부는 스티로폼으로 보온이 유지되도록 하였으나 외부 공기의 온도가 낮기 때문에 반응조의 온도는 약 30~35°C를 유지하였다. pH는 약 8에서 유지가 되었고 EC는 운전 초기에 비해 약 20~60%감소하는 경향을 보였는데 이는 축산분뇨의 처리과정으로 인해 이온이 제거되기 때문인 것으로 판단된다. 1단에서 3단으로 소화액이 이동할수록 암모니아성질소의 농도도 이에 따라 감소하여 ATAD2와 ATAD3에서는 약 250 mg/L로 유입수 암모니아성질소에 비해 약 70%이상 감소하였다. 고온에서는 질산화가 일어나지 않는다고 알려져 있으나 본 분석에서는 아질산성 질소와 질산성질소가 검출된 것으로 보아 중온-고온의 온도조건에서는 충분히 질산화가 일어날 것으로 판단된다.

본 연구는 축산분뇨 내의 질소를 제거하는 방법으로 자가발열호기성소화를 이용하였으며 고온 및 중온 운전을 통해 축산분뇨의 질소 제거효율을 파악하고자 하였다. 일반적으로 질산화의 최적온도는 30°C로 알려져 있으나 그 이상의 온도에서도 충분히 질산화가 가능하다고 판단되기 때문에 추가적인 시약의 주입 및 기기설비의 필요 없이 축산분뇨 내의 질소를 제거가 가능하다고 판단된다.

참고문헌

1. Lloreta, E. et al., "Evaluation of the removal of pathogens included in the Proposal for a European Directive on spreading of sludge on land during autothermal thermophilic aerobic digestion (ATAD)," *Chem. Eng. J.*, **198-199**(1), 171-179 (2012).

Application of electroplating wastewater as catholyte for bioelectricity generation with simultaneous treatment of hexavalent chromium in microbial fuel cell

Cho Rong Lee¹, Changman Kim¹, Byong-Hun Jeon², Jung Rae Kim^{1,*}

¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University,

²Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Hexavalent chromium wastewater is produced in electroplating process, however discharging of this wastewater damages in not only ecosystems but human. Therefore reduction or removal of hexavalent ion is required for releasing wastewater. Microbial fuel cells (MFCs) are bioelectricity generators by anodic reaction, bacterial electron transfer onto electrode, to cathodic reactions, oxygen or metal ion reduction. Previously, various metal ions applied in catholyte in MFC researches including hexavalent chromium. Although the possibility of hexavalent chromium as a cathodic electron acceptor was suggested, little information to apply real electroplating wastewater was not reported in author's knowledge. In this study, we studied the application of electroplating wastewater for catholyte in MFC using comparison with conventional cathodic electron acceptors. Power generation of 30 % wastewater MFC presented significantly higher compared to conventionally used electron acceptors, ferric ion and oxygen. Hexavalent chromium was recovered and formed Cr(OH)₃ revealed onto electrode. Further study is required to operate continuously for industrialization.

References

1. Xafenias et al., "Evaluating hexavalent chromium reduction and electricity production in microbial fuel cells with alkaline cathodes," *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, **12**, 2435-2446, (2015).
2. Wang et al., "Cathodic reduction of hexavalent chromium [Cr(VI)] coupled with electricity generation in microbial fuel cells," *Biotechnol Lett*, **30**, 1959-1966, (2008).
3. Gangadharan and Nambi, "Hexavalent chromium reduction and energy recovery by using dual-chambered microbial fuel cell." *Water sci technol*, **71**, 353-358, (2015).

CT-27

티타늄이 도포된 플라티늄과 스테인레스스틸 전극을 이용한 암모니아성질소, COD, 탁도의 전기화학적 제거

우메시 기미레¹, 오상은^{1,*}
¹강원대학교 식품환경융합학과

Electrochemical Removal of Ammonia Nitrogen, COD and Turbidity from Domestic Wastewater by Using Platinum Coated Titanium and Stainless Steel Electrodes

Umesh Ghimire¹, Sang-Eun Oh^{1,*}
¹Department of Bioconvergence Science and Technology, Kangwon National University

The present work aims to investigate the removal of ammonia nitrogen, COD and turbidity from domestic wastewater by electrochemical process using platinum coated titanium as an anode and stainless steel as a cathode electrode. The effective surface area of the anode was 50cm² with 1 mm as a separation between electrodes. In order to supply power to the reactor, the regulated variable DC power supply was used. The study was carried out to find out the effect of electric voltages and the chloride concentration on the removal of ammonia nitrogen, COD and turbidity from domestic wastewater. Various electric voltages of 0V, 5V, 10V, 15V and 20V were applied to investigate the removal efficiency. The experimental results indicated that at an applied voltage of 20V, 99.43% of ammonia nitrogen was removed within 10 hours of the treatment process. Only 1 mg/L of free chlorine was generated in all applied voltages. However, in applied voltage of 20 V, free chlorine sharply increases after 10 hours of treatment when ammonia nitrogen was almost removed. The removal efficiency COD and turbidity were also accelerated with increase in electric voltages. Similarly, at chloride concentration of 500 mg/L, almost all ammonia nitrogen was removed within 4 hours of treatment where as in low chloride concentration of 50 mg/L, only 5% of ammonia nitrogen, 7% of turbidity and only 2% of COD removal was observed within 10 hours of treatment time.

참고문헌

1. Yue, H., Xue, L., and Chen, F., "Efficiently electrochemical removal of nitrite contamination with stable RuO₂-TiO₂/Ti electrodes," *Appl. Catal. B.*, **206**, 683-691 (2017).

Enhanced energy recovery from microalgal biomass through serial fermentations

Marwa M. El-Dalatony¹, Mayur B. Kurade¹, Hoo Kim¹, Byong-Hun Jeon^{1,*}

¹Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Microalgae are quantitatively and qualitatively excellent feedstock for biofuel production, as they exhibit a high carbohydrate, protein and lipid contents [1]. However, the current microalgal biofuel schemes have limited efficiency and economical infeasibility due to the use of single biocomponent (either carbohydrate or protein or lipid) to produce only one form of biofuel [2-4]. A heretofore unexplored solution for this limitation would be to use all microalgal constituents toward the sustainable production of bio-fuels through serial processes. In this study, A new approach for maximum recovery of energy from microalgal biomass through utilization of carbohydrate and protein, was investigated. Serial fermentations were performed in a sequential manner, starting with fermentation of carbohydrates (Phase I) through *Saccharomyces cerevisiae* YPH994 for bioethanol production followed by fermentation of proteins (Phase II) from the leftover biomass of Phase I through *S. cerevisiae* S288C for the production of higher alcohols. Phase I generated 10.5 g/L of bioethanol; whereas, Phase II resulted in the production of 1.0, 1.78, 1.25 and 1.19 g/L butanol, propanol, isobutanol and 3-methyl butanol, respectively. This study demonstrated that microalgal biomass was converted into energy in the form of 27% bioethanol and 14% higher alcohols. Such a holistic serial fermentation process would be beneficial for maximum utilization of biomasses for biofuel production.

References

1. Liao, J. C. et al., "Fuelling the future: microbial engineering for the production of sustainable biofuels," *Nat Rev Microbiol*, **14**, 288-304 (2016).
2. Li, T. et al., "Enhanced direct fermentation of cassava to butanol by *Clostridium* species strain BOH3 in cofactor-mediated medium," *Biotechnol Biofuels*, **8**, doi:10.1186/s13068-015-0351-7 (2015).
3. Chiappe, C. et al., "Development of cost-effective biodiesel from microalgae using protic ionic liquids.," *Green Chem.*, **18**, 4982-4989 (2016).
4. Barka, A and Blecker, C., "Microalgae as a potential source of single-cell proteins. A review/Les microalgues comme une source potentielle de protéines d'origine unicellulaire (synthèse bibliographique)," *Biotechnol. Agron. Soc.*, **20**, 427-436 (2016).

Microalgae mediated biodegradation of levofloxacin: Mechanistic study of enhanced removal

Jiuqiang Xiong¹, Mayur B. Kurade¹, Sung-eun Chang¹, Byong-Hun Jeon^{1,*}

¹Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Sustainable development requires the promotion of environmental management and a constant search for new technologies to treat a wide range of aquatic and terrestrial habitats contaminated by increasing anthropogenic activities [1]. Bioremediation is an environmentally friendly and cost-effective alternative to physico-chemical cleanup options [2]. Microalgae mediated bioremediation has gained research interests due to their endogenous catabolic systems, heterotrophic capabilities, role in the fixation and turnover of carbon, and their recovered biomass for the production of bioenergy [3,4]. In this study, the microalgae mediated bioremediation of levofloxacin (LEV) in the synthetic wastewater was evaluated. Biodegradation of LEV was significantly improved upon the acclimation of a freshwater microalga, *Chlorella vulgaris* and in the presence of elevated salinity. The wild type microalgal culture was able to remove 12% of 1 mg LEV L⁻¹, whereas the acclimated *C. vulgaris* (pre-exposed to 200 mg L⁻¹ LEV for 11 days) exhibited enhanced removal of 1 mg LEV L⁻¹ by 16% after 11 days of cultivation. Moreover, the addition of 1% (w/v) sodium chloride into in the *C. vulgaris* culture induced mutations in microalgae cells, which significantly improved LEV removal by >80%. The bioaccumulation of LEV at day 11 in *C. vulgaris* cells without NaCl was 34 $\mu\text{g g}^{-1}$, which was increased to 101 $\mu\text{g g}^{-1}$ LEV at 1% NaCl. The bioconcentration factor for LEV was 34 and 1,004 in 0 and 1% NaCl, respectively. The mass balance analysis of LEV showed that more than 90% of LEV was biodegraded by *C. vulgaris* at day 11 with the addition of 1% NaCl. These results demonstrated that the enhanced removal of LEV by salinity was mainly through bioaccumulation and intracellular biodegradation by *C. vulgaris* cells.

References

1. Schwarzenbach, R.P. et al., "The challenge of micropollutants in aquatic systems." *Science*, **313**, 1072-1077 (2006).
2. Underwood, J.C., et al., "Bioremediation, an environmental remediation technology for the bioeconomy," *Trends Biotechnol.*, **13**, 329-332 (2013).
3. Xiong, J.Q. et al., "Biodegradation of carbamazepine using freshwater microalgae *Chlamydomonas mexicana* and *Scenedesmus obliquus* and the determination of its metabolic fate," *Bioresour. Technol.*, **205**, 183-190 (2016).
4. Hwang J.H. et al., "Photoautotrophic hydrogen production by eukaryotic microalgae under aerobic conditions," *Nature Communications*, **5**, 3234 (2014).

일반세션
청정석탄

3월 30일(목) 09:00~12:00
부산 웨스틴조선호텔 Peony

화력발전소 온실가스 감축을 위한 연료전환 (Fuel switching) 기술 개발 현황

최영찬^{1,*}

¹한국에너지기술연구원

Development Status of Fuel Switching Technology for Reducing GHGs in Thermal Power Plant

Y-C Choi^{1,*}

¹Korea Institute of Energy Research

신기후체제에 돌입함에 따라 세계 각국에서는 온실가스 감축에 대한 노력을 기울이고 있다. 우리나라는 2012년부터 RPS제도를 도입하여 신재생에너지 보급 확대를 위한 정책을 시행 중이며, 2015년 COP21에서 2030년 BAU 대비 37% 가량의 온실가스 의무 감축량을 공표 하였다. 국내 온실가스 배출량의 가장 많은 비중을 차지하는 발전부문의 온실가스 감축이 최대 이슈로 대두되고 있는데, 2015~2017년 1차 이행목표로 발전부문 약 1억 톤의 온실가스를 감축해야하는 부담을 안고 있다(할당량 : 704백만톤, 실 배출 예측량 : 835백만톤, 이행비용 9,382억원 예상). 온실가스 감축을 위해 USC 보일러를 도입하여 건설중에 있으며, 기존 노후화된 화력발전소의 Retrofit 시행으로 인한 발전 효율 향상, 그리고 CCS, IGCC와 같은 최신 기술 도입, 마지막으로 연료 전환을 통한 실질적인 방안들이 제안되고 있다. 국내 발전5사에서는 수입산 우드펠릿을 단순 혼소하고 있으나, 다양한 문제점(분쇄성 및 취급성 취약)으로 혼소율 5% 이하로 제한하고 있다. 따라서 석탄화력발전소에서 배출되는 온실가스를 실효적으로 감축할 수 있는 신규 바이오매스 연료의 도입이 절실하며, 연료의 질을 개선함으로써 이를 대량으로, 그리고 효율적으로 사용할 수 있는 기술개발이 시급한 상황이다. 본 연구팀에서는 상기와 같은 배경으로 폐기물 에너지자원화 촉진 및 신재생에너지 보급률 신장을 위한 화력발전소 연료전환 대응용 하이브리드석탄 (Hybrid Coal, HCK) 및 우드펠릿 대체 연료인 Ashless Biomass 제조기술을 개발하였다. 개발된 HCK와 Ashless Biomass의 연료성능 및 연소성평가를 위해 연소특성, 수분 재흡착율, 화학구조, 회분특성 등 다양한 분석을 실시하였다. 최종적으로 세계 최초로 개발된 두 기술은 화력발전 분야에서 선도적인 역할을 할 것으로 기대되며, 온실가스 저감, RPS이행, 우드펠릿 대체를 통한 연료비 저감, 미세먼지 저감, 해외 기술이전을 통한 자원선점 등이 가능 할 것으로 평가 된다.



[그림 1] 온실가스 저감을 위한 화력발전 연료전환 현황

록호퍼 시스템 대체용 고압 분체연료 주입장치 기술 개발

정석우^{1,*}, 이재만¹, 변용수¹, 김문현¹, 정중선², 김형규²

¹고등기술연구원, ²(주)세인트텍

Development of key technology for high pressure powder fuel feeding system to replace lock-hopper system

Seok Woo Chung^{1,*}, Jae Man Lee¹, Yong Soo Byun¹, Mun Hyun Kim¹,

Jong Sun Jung², Hyoung Kyu Kim²

¹Institute for Advanced Engineering, ²SEINTEC

일반적으로 건식 가스화플랜트에서는 미분탄의 지속적인 공급을 위하여, 상압에서 분체연료를 저장하는 저장호퍼(storage hopper), 가스화기 압력보다 높은 고압상태로 운전되며 분체연료를 기류수송 방식으로 가스화기에 공급하는 공급호퍼(feed hopper), 가압과 상압 상태를 반복하면서 상압상태인 저장호퍼의 분체연료를 가압상태인 공급호퍼로 계속 공급하는 록호퍼(lock-hopper) 등으로 구성되는 분체연료 공급시스템을 적용하고 있다. 하지만, 이러한 록호퍼 시스템은 작동을 위해 고압 질소를 이용한 가압 및 감압 장치, vent 되는 분진의 여과를 위한 고압 필터시스템, 시퀀스 제어를 위한 정압/차압 계측기 등의 추가적인 설비 연계가 필요하고 복잡한 절차에 따라 분체연료 주입이 이루어진다는 단점을 가지며, 이와 함께 연속식이 아닌 배치(batch)식으로 분체연료 주입이 이루어져 공급호퍼 내 일정한 레벨 유지가 불가능하고 록호퍼를 공급호퍼와 동일한 압력까지 가압하는 과정에서 지속적인 질소 가스 사용이 필요하며, 분체연료 내 수분함량이 다소 높을 경우 브리징(bridging) 현상에 의해 록호퍼에서 공급호퍼로 분체연료가 내려오지 않는 문제점이 발생하는 단점을 가진다.

따라서, 본 연구에서는 고압 조건으로 운전되는 공급호퍼에 미분탄 등과 같은 상압의 분체연료를 연속적으로 주입함으로써 기존 록호퍼 시스템을 대체할 수 있는 연속식 고압 분체연료 주입장치 핵심기술 개발 및 이송시스템 연계 최적화 기술 개발을 진행하고 있다. 그리고 본 연구에서 개발하고자 하는 연속식 고압 분체연료 주입장치는 공급하고자 하는 상압의 분체연료를 기계적 작동에 의해 압축하여 공급하는 방식을 적용함으로써 고압 용기 또는 반응기 내부의 가스 역류를 방지함과 동시에 분체연료를 연속적으로 주입할 수 있도록 개발을 추진 중이다. 그리고 이러한 연속식 고압 분체연료 공급장치는 정상운전 중 고압 반응기로 분체연료 주입 시 기존 배치식 록호퍼 시스템과는 달리 고압질소를 이용한 가압/감압 과정이 불필요해지므로 고압질소 가스 손실 방지, 분체연료 주입시간 단축, 연속적 운전 가능 등에 따라 효율적인 운전이 가능해지며, 기존 록호퍼 시스템에 비해 설비의 구성이 간단하고 운전 중 고압질소를 사용하지 않으므로 건설비, 운전비 등의 절감이 가능할 것으로 기대된다.

감사

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No.20163010050070)

CT-32

IEA-CFBC를 이용한 2MWe 순환유동층 보일러에서의 로내 탈황 특성

곽유라¹, 김예빈¹, 김상만¹, 이시훈^{1,*}
¹전북대학교 자원에너지공학과

Desulfurization characteristics in furnace of 2MWe Circulating Fluidized Bed Boiler using IEA-CFBC

You Ra Gwak¹, Ye Bin Kim¹, Sang Man Kim¹, See Hoon Lee^{1,*}
¹Department of Mineral Resources and Energy Engineering, Chonbuk National University

Many countries are investing extensively in research efforts to develop eco-friendly energy conversion technologies, due to the stringent environmental regulations and continuously increasing energy consumption with population growth. Among the clean technologies, CFBC(Circulating fluidized bed combustor), which is classified as a promising technology, has been investigated because of various fuel availability, distribution of uniform temperature and higher energy efficiency. To improve CFBC performances, it is essential to analyze reaction through computational analysis. In this study, IEA(International Energy Agency)-CFBC model was used to describe various performances that could occur in a 2MWe CFB. Combustion characteristics and the effect of Ca/S ratio on desulfurization in the 2MWe CFB combustor were investigated by using 2 different kinds of coals [KPU, WH].

발전소 배출 미세먼지 및 중금속 동시제거용 흡착식 PTFE 멤브레인 필터 국산화 개발

황상연¹, 류상오¹, 이재만¹, 윤성필¹, 정석우¹, 이치원², 서명조², 이승우³
¹고등기술연구원, ²(주)마이크로원, ³영남대학교 산학협력단

Localization Development of Adsorption Type PTFE Membrane Filter for Simultaneous Removal of Fine Particle and Heavy Metals on coal-fired Power Plants.

Sang Yeon Hwang¹, Sang Oh Ryu¹, Jae Man Lee¹, Sung Pill Yun¹, Seok Woo Chung¹,
Chi Won Lee², Myung Jo Seo², Seung Woo Lee³
¹Institute for Advanced Engineering, ²Micro-one. Inc, ³Yeungnam University

최근 사회적 문제로 대두되고 있는 대기오염물질인 미세먼지 및 중금속의 경우 화력발전소나 소각 및 연소시설 등 산업시설에서 주로 배출되고 있으며, 미세먼지의 경우 발생원에서 직접 대기 중에 배출되거나 기체의 상변화에 따라 2차 오염물질로 대기 중에서 생성되기도 하며 미량의 중금속, 황 화합물, 유기탄소 등을 함유 하고 있다. 수은의 경우에도 전 세계 배출량 4,400~7,500톤 중 아시아 배출량이 전체의 53% 정도를 차지할 정도로 매우 심각한 편이고 국내의 경우에도 연간 약 20톤 정도로 추산되고 있으며 이중 발전시설 배출량이 약 40% 달하는 것으로 보고되고 있다. 그러나, 세계적으로 대기오염물질 중 미세먼지 입자 제거를 위한 고효율 여과시스템의 구조 및 SOx, NOx, VOC 등을 동시에 제거하기 위한 기술 개발은 활발히 진행되고 있으나 중금속류는 대부분 활성탄 흡착법 정도를 적용하고 있으므로 미세먼지 및 중금속을 동시에 제거하기 위한 저비용 고효율의 하이브리드 필터 기술 개발이 필요한 실정이다. 특히, 유사기능을 갖는 수입산 필터의 경우 초고가 제품으로서 국산화 개발을 진행하여 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 설계/제작 기술개발이 필요하며 개발 제품은 석탄화력발전소, 폐기물 소각로, 시멘트 소성로, 제철 산업 등 국내 다양한 산업시설에 확대 적용이 가능하여 소재기술 및 집진 시스템 부품기술로의 spin-off 적용도 가능할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 발전 및 연소시설 배출 가스를 대상으로 microscopic pore 구조의 멤브레인 막을 이용하여 표면여과 방식을 통해 고효율로 미세먼지를 포집하고 유-무기 복합 고분자물질을 적용한 킬레이트 화합물의 여과포 코팅을 통해 중금속(Hg)을 동시에 제거하기 위한 흡착식 PTFE 멤브레인 필터를 국산화 개발하고자 한다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20161120200170)

참고문헌

- 오원철,, “소각로에서의 PTFE membrane filter bag 기술동향,” 한국공기청정협회 공기청정기술, 25(3), 1-7 (2012).
- (주)제이텍, “발전소 배출 수은 제어를 위한 고효율 흡착제, 분사시스템 및 흡착제 코팅필터 개발,” 환경산업선진화기술개발 사업 최종보고서, (2015).

전산유체역학 기법을 이용한 20톤/일 분류층 석탄 가스화기의 성능 최적화를 위한 산소 노즐의 유량 배분 설계

이찬^{1,*}, 이진욱², 윤용승²

¹수원대학교 기계공학과, ²고등기술연구원

Flow Distribution Design of the Oxygen Nozzle for Optimizing the Performance of 20 Ton/day Entrained-bed Coal Gasifier by CFD Technique

Chan Lee^{1,*}, Jin Wook Lee², Yongseung Yun²

¹Department of Mechanical Engineering, University of Suwon,

²Institute for Advanced Engineering

20톤/일 석탄 처리용량을 가지는 분류층 석탄가스화기의 성능 최적화를 위해 전산해석을 수행하였다. 본 연구에서 고려한 석탄가스화기는 상부 중심부의 1개의 노즐에서 석탄을 분사하고, 그 주위의 다수의 1, 2차 노즐을 통해 산소가 공급된다. 본 석탄가스화기의 가스화 성능 및 비슬래깅(non-slugging) 특성을 향상시키기 위하여, 가스화기 내부 반응 유동장에 대한 전산해석 모델링 및 모사를 수행하였다. 3차원 반응 유동장 해석을 위해서는 상용 ANSYS-Fluent 코드의 RANS(Reynolds stress averaged Navier Stokes equation solver) 기법을 사용하였고, 난류모형은 realizable $k-\epsilon$ 모형을 사용하였다. 그리고 석탄입자와 기체 유동의 상호작용 해석을 위해서는 discrete phase 모형을 사용하였고, 이때 석탄 입자의 반응은 KPU 탄의 기상 및 고체상 반응모형을 이용하여 계산하였다. 본 연구에서 확립된 전산해석 모형을 토대로, 산소의 1,2차 노즐을 통한 유동 배분을 변화시켜 가며, 석탄가스화기의 전산 모사를 수행하여 가스화기의 탄소전환율(carbon conversion), 냉가스효율(cold gas efficiency) 및 석탄 입자의 탈출비율(particle escape ratio)를 계산하였다. 전산모사 결과들로 부터, 전체 산소 분사량 대비 2차 노즐을 통한 분사량이 30-40% 인 경우가 높은 탄소 전환율(90%)과 최고의 냉가스효율(76%), 탈출비율(26%)을 보여주고 있으며, 이러한 결과들로부터 본 석탄가스화기의 고효율-부분 슬래깅 운전을 위해서는 30-40% 2차 산소배분비의 노즐설계가 적합한 것으로 판단된다.

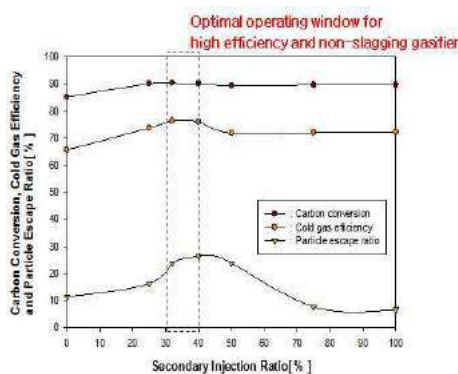


Fig.1 Carbon conversion, cold gas efficiency and particle escape ratio of coal gasifier

참고문헌

1. ANSYS Fluent 6.3 User Guide, Fluent Inc., (2006).
2. Watanabe, H. and Otaka, M., "Numerical simulation of coal gasification in entrained flow coal gasifier," *Fuel*, 85, 1935-1943 (2006).

기후변화에 대응하는 청정 석탄 화력 발전 전략

이시훈^{1,*}, 곽유라¹, 김예빈¹, 이루세¹, 김수현¹
전북대학교 자원에너지공학과

Strategy of clean coal power generation for climate change

See Hoon Lee^{1,*}, You Ra Gwak¹, Ye Bin Kim¹, Roo Se Lee¹, Su Hyun Kim¹

¹Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University

최근 정부는 기후변화에 대응하기 위하여 국내 온실가스 배출, 흡수, 전망을 발표하였으며 신기후체제가 국내 경제에 순기능으로 작용할 수 있도록 총괄적인 기후변화 대응계획을 수립 및 발표하였다¹. 이는 파리 협정에 따른 온실가스 감축에 적극적으로 참여하는 포괄적인 계획으로 2030년 BAU 대비 37% 감축안을 달성하기 위한 노력의 일환이다. 이를 위하여 RPS, RFS의 확대, 석탄화력 비중축소 및 청정에너지 발전 비중을 확대하려고 한다¹. 특히 에너지 전환 부분은 석탄의 사용량 저감 등을 통해 2030년 6천4백5십만톤의 이산화탄소 배출을 저감하려고 한다. 그러나 국내 전력 생산에 있어 석탄이 차지하는 비중은 7차전력 공급계획을 보면 40% 이상으로 매우 높은 상황이다. 따라서 국내 전력 생산에 기초한 새로운 온실가스 저감 대책이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 국내 발전소의 현황을 분석하고 이를 기초로 온실가스 배출량을 산출하며 제1차 기후변화대응 기본 계획을 만족시킬 수 있는 효율적인 전략을 검토하였다.

참고문헌

1. <http://korea.kr>, “제1차 기후변화대응 기본계획”, (accessed 2017. 02. 10)
2. 산업자원부, “제7차 전력수급기본계획(2015-2029)”, 과천, 대한민국 (2015)

SiO₂, Ni/SiO₂와 Mn/SiO₂를 이용한 폴리프로필렌의 촉매 열분해

김수현¹, 이루세¹, 손은남², 손정민^{1,*}

¹전북대학교 자원에너지공학과, ²전북대학교 에너지저장변환공학과

Catalytic pyrolysis of polypropylene with SiO₂, Ni/SiO₂ and Mn/SiO₂

Soo Hyun Kim¹, Roosee Lee¹, Eun Nam Son², Jung Min Sohn^{1,*}

¹Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk University,

²Department of Energy Storage & Conversion Engineering, Chonbuk National University

폐플라스틱들이 재활용될 수 있음에도 불구하고 버려져왔으며, 지속적인 축적으로 인해 환경오염에 심각한 문제를 발생시키고 있다. 폐플라스틱을 재활용하기 위한 방법으로 촉매 열분해를 하였다. 열분해는 열을 가하여 고분자 물질을 저분자 물질로 분해되는 것을 의미한다. 열분해 반응을 통하여 생성된 오일은 저품질의 액상연료이기 때문에 품질개선을 위하여 촉매를 이용하여 개질하였다. 본 연구는 폐플라스틱의 주원료인 폴리프로필렌을 가지고 오일 생산을 목적으로 실험하였으며, 열분해하여 얻어진 오일의 양을 늘리고 품질 향상을 위해 SiO₂에 Ni과 Mn을 각각 10 wt%로 물리적으로 담지하였다. 담지된 촉매의 종류와 공간속도를 10,000 hr⁻¹, 20,000 hr⁻¹, 30,000 hr⁻¹으로 변화를 주어 열분해하여 얻어진 오일을 비교하였다. Pyrolysis reactor의 온도는 600°C, Catalyst reactor의 온도는 500°C로 하였다. 열분해 가스는 condenser를 지나면서 응축되어 오일을 분리하였으며, 응축되지 않은 가스는 가스백에 포집하였다. 열분해 반응을 통해 생성된 오일은 Gas Chromatography/Mass Spectrometry를 이용하여 분석하였고, 열분해 가스는 Gas Chromatography를 이용하여 분석하였다. 생성된 오일의 양은 Mn/SiO₂의 경우 공간속도가 증가할수록 증가하였으나, 오일 성분을 분석하였을 때, C₁₂ 이상의 탄소수가 높은 성분이 많이 나타났다.

일반세션

바이오연료 및 소재

3월 30일(목) 13:30~17:00

부산 웨스틴조선호텔 Orchid

국제에너지기구(IEA) 첨단수송연료(AMF) 기술협력프로그램(TCP) 소개

이춘범^{1,*}
¹자동차부품연구원

Introduction of Advanced Motor Fuel Technology Collaboration Program of International Energy Agency

Chun Beom Lee^{1,*}
¹KATECH

1984년 “Alcohols as Motor Fuels” 로 시작되어 자동차용 대체연료의 원료확보, 생산공정, 인프라 및 사용(저공해화, 효율향상, 온실가스저감) 및 에너지안보에 기여함을 목표로 활동 중인 첨단수송연료 기술협력프로그램(AMF TCP)은 국제에너지기구(IEA) 에너지연구기술위원회(CERT) 에너지절약분야 EUWP(End-Use Working Party, KETEP 주관)중 첨단수송연료(AMF: Advanced Motor Fuel) 관련 국제 다자협력프로그램이다.

자동차 및 선박 등 수송용기계에 사용되는 화석연료의 비중을 낮춤으로써 에너지소비를 줄이고 지구 온난화 및 환경문제를 완화시킬 수 있도록 바이오연료, 수소, 천연가스 등 에너지원을 다양화하고 보급을 촉진시킬 수 있는 기술 및 정책을 수립 및 전파하는데 목표를 두고 현재는 미국 및 일본 등을 포함하는 16개국에 18개 기관, 34명이 대표로 활동하고 있으며 총 10개의 수행기관에서 12개의 과제를 수행 중에 있다.

우리나라는 2012년부터 공식 회원국으로 참여하여 활동 중이며, 화석연료로 인한 지구온난화문제 및 환경문제를 극복하고 지속가능한 신재생에너지사회를 구현하기 위한 AMF TCP의 연구방향과 협력은 우리나라의 신재생에너지 연료 개발 및 보급정책 수립에 좋은 사례가 될 수 있다.

화석연료의 의존성을 줄이기 위한 정책 수단 중 바이오연료는 원료의 제한성 및 공정의 문제 등으로 대체효과가 높지 않는 상황이며, 더구나 우리나라에서는 대체연료로 인정받고 있지 못하는 Shale Gas 및 Shale Gas 기반연료 와 Bio Mass 기반의 메타놀 연료 등의 시장이 급격히 증대되고 있는 상황이다.

따라서 연료의 다양성 및 화석연료 의존성을 낮추기 위해서는 석유원유를 기반으로 하는 화석연료중심의 정책에서 바이오연료 및 바이오가스 유래 액체연료, Shale Gas 기반 액체연료, 석탄기반 가스 및 석탄기반 액체연료 등 연료의 다양화를 추구함으로써 화석연료의 의존성을 낮출 수 있는 정책의 전환이 요구된다.

이러한 AMF TCP 활동은 제21차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP 21)에서 우리나라가 제시한 2030년 온실가스 감축목표인 배출량전망치(BAU) 대비 37%를 감축활동에 시사하는 바가 있을 것으로 판단되어 AMF TCP 활동을 소개하고자 한다.

참고문헌

1. <http://iea-amf.org>
2. IEA, “Energy Technology Perspectives 2016” International Energy Agency(2016)

니켈 촉매 상에서 거대조류 액화 오일의 수증기 개질반응 연구

박용범¹, 임한권², 우희철^{1,*}

¹부경대학교 화학공학과, ²대구가톨릭대학교 신소재화학공학과

Steam Reforming of Liquefied Macroalgae Oil over Ni-based Catalysts

Yong Beom Park¹, Hankwon Lim², Hee-Chul Woo^{1,*}

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

²Department of Advanced Materials and Chemical Engineering, Catholic University of Daegu

제3세대 바이오매스인 해조류 바이오매스는 기존의 곡물계 및 전분질계 바이오매스와는 달리 육상의 경작지가 필요하지 않고 식량자원이 아닌 비식용 에너지자원으로 활용이 가능하다. 또한, 타 바이오매스와 비교하여 생산성이 높고 이산화탄소 저감 효과가 우수하다는 장점이 있다[1].

본 연구에서는 해조류 바이오매스의 수열액화 반응으로 생성된 액화 오일을 촉매를 통한 수증기 개질 반응을 수행하여 H₂, CO, CH₄와 CO₂의 생성수율을 평가하고자 한다. 수열액화 반응은 건조·분쇄된 해조류 바이오매스를 증류수와 함께 1 : 9의 질량 비율로 100 L의 오토클레이브에 주입한 뒤, 503K의 반응온도에서 2시간 동안 자생압력 하에서 이루어졌다. 수열액화 반응 이후, 원심분리기와 감압여과를 통해 잔류입자를 분리하여 생성물을 회수하였다. 수열액화 반응의 전환율은 75 wt%로 나타났다. 수증기 개질 반응에 사용된 촉매로는 10 wt%의 니켈(Ni) 활성물질을 함유하고, 20 wt%의 K₂Ti_xO_y 성분을 촉진제로 지닌 여러 담체에 담지된 촉매를 4종 제조하였고 각 지지체에 따라 Ni/K₂Ti_xO_y/Al₂O₃, Ni/K₂Ti_xO_y/SiO₂, Ni/K₂Ti_xO_y/ZrO₂-CeO₂와 Ni/K₂Ti_xO_y/MgO로 명명하였다. 개질반응의 활성을 평가하기 위하여 제조 촉매 4종과 FCR-4-02 상용화 촉매(Sud-chemie)를 비교하였으며 반응온도 873~1073K의 범위에서 5시간 동안 원료 공간속도 1 h⁻¹의 조건에서 반응을 수행하였다.

실험결과 제조 촉매 4종 모두 FCR-4-02 촉매와 비교하여 H₂의 수율이 1.5배 높게 나타나는 것을 확인하였으며 반응온도가 873K에서 1073K로 증가할수록 생성물의 수율이 증가하는 경향을 보였다. 제조 촉매의 지지체에 따라 반응의 활성과 생성물의 수율이 달라지는 결과를 보이는데 Ni/K₂Ti_xO_y/Al₂O₃ 촉매를 사용할 경우, 1073K의 반응온도에서 3시간까지 H₂ 66.4%, CO 55.2%, CH₄ 5.9%와 CO₂ 4.6%로 H₂와 CO가 선택적으로 높게 생성되는 경향을 보였으나 5시간에는 52.7%, 47.8%, 3.9% 및 2.8%로 활성이 감소되는 경향을 보였다. Ni/K₂Ti_xO_y/ZrO₂-CeO₂ 촉매에서는 1073K의 반응온도에서 5시간 동안 촉매의 활성이 감소되지 않고 안정하게 유지되는 경향을 보였으며, H₂ 63.8%, CO 14.8%, CH₄ 6.2%와 CO₂ 34.2%로 H₂와 CO₂가 높게 생성되는 경향을 보였다. 이러한 경향은 개질반응이 일어나는 중, CO의 수성가스 전환 반응에 의하여 CO₂의 수율이 증가되는 것이라 여겨지며 ZrO₂-CeO₂의 환원적 성질에 의해 일어나는 것이라 판단된다[2].

참고문헌

1. Song, M. K., Pham, H. D., Seon, J., and Woo, H. C., "Marine Brown Algae: A Conundrum Answer for Sustainable Biofuels Production," *Renew. Sust. Energ. Rev.*, **50**, 782-792 (2015).
2. Swartz, S. L., "Nano-Scale Water-Gas-Shift Catalysts," DOE CRAFT Program (2003).

바이오매스의 급속 열분해에 의한 액상연료의 특성 및 연료적용 최적화 연구

김재곤^{1*}, 박조용¹, 박천규¹, 하중환¹

¹한국석유관리원 석유기술연구소,

Study on Characteristics and Fuel Application of Liquefied fuels by Fast Pyrolysis from Biomass

Jae-Kon Kim^{1*}, Jo Yong Park¹, Cheon-kyu Park¹, Jong han Ha¹

¹Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority

It is important that under the new Korean initiative, pilot scale studies evolve practices to produce next generation liquid biofuels. Whereas the first generation of biofuels is based on well established technologies, the development of processes related to the production of next generation biofuels utilizing biomass is still in the early stages of R&D in Korea. Second generation biofuel produced from woody biomass is expected to be an effective avenue for reducing fossil fuel consumption and greenhouse gas (GHG) emissions in road transport. It is important that under the new Korean initiative, pilot scale studies evolve practices to produce next generation liquid biofuels. Whereas the first generation of biofuels is based on well established technologies, the development of processes. This study was focused on a fuel characteristics of bio-oil from biomass by using fast pyrolysis to use transport fuels. Biomass fast pyrolysis is a novel and most effective method to convert biomass into liquid fuel with yields of 60% based on dry feed uses. In fast pyrolysis, bio-oil is produced by rapidly heating biomass to intermediate temperature (450 ~ 600 °C) in the absence of any external oxygen followed by rapid quenching of the resulting vapor. Bio-oil has poor properties due to the complexity of composition of bio-oil so as to use effectively. So we bio-oil fuel by fast pyrolysis investigated components of bio-oil in Korea. The bio-oil from biomass are different physicochemical properties from conventional fossil fuels. After upgrading process, it was blended in transport fuels and it was also measured physicochemical characteristics in Korea transport fuel specification.

참고문헌

1. Kim, J.-K et al, "Pyrolysis process of agricultural waste using CO₂ for waste management, energy recovery, and biochar fabrication,". *Applied Energy*, **185**, 214-222 (2017).
2. Kim, J.-K., Park, J.Y., Yim E.S., Min, K.I and Ha, J.H., "Research Trend of Bio-oil Production from Biomass by using Fast Pyrolysis," *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **31**(3), 453-465 (2014).
- 3 Isanhak, W.N.R.W., Hisham, M.W.M., Yarmo, M.A and Yun Hin, T.Y., "A review on bio-oil production from biomass by using pyrolysis method", *Renew. Sust. Energ. Rev.*, **16**, 5910 (2012).
- 4 Sims. R.E.H., Mabee, W., Saddler, J.N and Taylor, M., "An overview of second generation biofuels technologies", *Bioresour. Technol.*, **101**, 1570, (2010).

열수가압탄화공정에 의한 음식물폐기물의 고형연료화에 관한 연구

한단비¹, 염규인¹, 박성규², 김호겸¹, 김윤지¹, 백영순^{1*}
¹수원대학교 환경에너지공학과, ²KF(주), ³베숨(주)

A study on the manufacture of Bio-SRF from the food waste by Hydrothermal Carbonization reaction

Danbee Han¹, GuIn Yeom¹, Sungkyu Park², Hogeom Kim¹, Yoonji Kim¹, Youngsoon Baek^{1*}
¹Department of Environment-Energy, Suwon University, ²KF Coperation, ³Besom

음식물폐기물 등 유기성 폐자원의 열수가압탄화 (HTC : Hydrothermal Carbonization)의 탈수와 건조공정을 통하여 발전설비에서 연소 가능한 고형연료를 생산하는 기술로서 음식물 폐기물을 열수가압탄화 반응(온도:200~250℃, 압력:20~25kg/cm²)시 반응 압력에 의하여 유기성 폐기물의 세포벽이 파괴되고, 세포와 고분자물질이 분해되어 탈수와 건조가 용이하게 전환된다. 이는 열수가압탄화 반응으로 유기물에 결합되어 있는 물 분자의 결합수(Bound water)가 유기물의 분해에 의하여 비교적 쉽게 자유수(Free water)로 분해되어 탈수능력을 향상시킨다. 또한 음식물 폐기물을 열수가압탄화 반응(200~250℃, 20~25kg/cm²)시 열분해와 유사하게 산소량이 적은 완전히 밀폐된 상태에서 반응하게 되며, 반응이 완료된 슬러지는 기체, 액체, 고체로 전환되면서 탄소 밀도가 증대되는 탄화(Carbonization) 반응으로 고체의 단위 발열량이 증대되고, 탈수능력(Dewaterability)이 향상되게 된다. 열수가압탄화반응의 전 처리를 한 후 고체(Bio-coal), 액체, 기체로 분리되고, 생산된 고체는 약 30%의 함수량을 지닌 Bio-coal을 얻게 되며, 이를 탈수와 건조공정을 거치면서 10% 이하의 함수량을 가진 고형연료(Bio-SRF)를 생산할 수 있다. 본 연구에서는 음식물폐기물의 열수가압탄화 반응을 전산유체해석(CFD)에 의한 반응기의 열유동 해석 및 열수가압탄화 반응기를 활용한 고형연료 생산 공정 효율 평가 및 열수가압탄화 반응기의 공정 배가스 폐열 회수 및 폐열 활용에 따른 에너지저감 효율 분석을 연구하고자 한다.

사사의 글

본 연구는 중소기업청 산학협력 기술개발사업의 “음식물폐기물의 고형연료화를 위한 열수가압탄화 기술 개발”의 과제로 수행한 결과입니다.

참고문헌

1. Cho W. R., and Lee, J. Y. et al. “A Study on the Characteristics of the Biochar by Hydrothermal Carbonization with Food Waste,” *J. Soil Groundw. Environ*, **21**(1), 22-27 (2016).

Investigation of catalytic fast pyrolysis of tulip tree (*Liriodendron*) in a bubbling fluidized-bed reactor

Hoang Vu Ly², Seung-Soo Kim¹, Jinsoo Kim²
¹Kangwon National University, ²Kyung Hee University

As lignocellulose biomass, tulip tree (*Liriodendron*) composed of cellulose, hemicellulose and lignin, which can be converted into fuels by pyrolysis. Fast pyrolysis is a thermal conversion process at high temperature (400 ~ 600°C) in the absence of oxygen, and at short vapor residence time [1]. Catalytic fast pyrolysis is an updated pyrolysis method in which the biomass can be converted into higher quality bio-oil by upgrading the pyrolysis vapor before its condensation via a series of reaction at atmosphere pressure [2, 3]. In this study, the fast pyrolysis of tulip tree was performed in a bubbling fluidized-bed reactor under various reaction conditions (pyrolysis temperature, flow rate of fluidizing medium, biomass particle size, with and without catalyst) to investigate the effects of these parameters on product yield and bio-oil quality. The system used silica sand and dolomite as the fluidizing bed material and nitrogen as the fluidizing medium. When the pyrolysis temperature increased from 400°C to 550°C, the bio-oil yield was between 40.07 wt.% and 49.03 wt.% compare to those of 30.38 and 44.83 wt% using dolomite catalyst. The produced gas and liquid was analyzed by gas chromatography (GC) with TCD/FID detector and GC-MS, respectively, to determine the product compositions. And, the solid product (bio-char) was analyzed by ICP and EA.

References

1. Ly, H. V., Kim, S.-S., Kim, J., Choi, J. H., Woo H. C., “Fast pyrolysis of macroalga *Saccharina japonica* in a bubbling fluidized-bed reactor for bio-oil production,” *Energy*, **93**, 1436 (2015).
2. Agblevor, F. A., Beis, S., Mante, O., Abdoulmoumine, N., “Fractional Catalytic Pyrolysis of Hybrid Poplar Wood,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, **49**(8), 3533 (2010).
3. Graça, I., Lopes, J. M., Cerqueira, H. S., Ribeiro, M. F., “Bio-oils Upgrading for Second Generation Biofuels,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, **52**(1), 275 (2013).

갈조류 급속열분해 산업 스케일 공정의 기술 경제성 분석

Boris Brigljevic¹, 유준^{1,*}¹부경대학교 화학공학과Techno-economic Assessment of Industrial Scale Fast Pyrolysis Process
of *Saccharina japonica*Boris Brigljevic¹, Jay Liu^{1,*}¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Pyrolysis is a thermochemical conversion of carbon based material to smaller molecular products. This conversion is performed at elevated temperatures ranging from 450° C to 500° C in the absence of oxygen and the products are solid carbon rich char, organic liquids, and hydrocarbon gasses. A major goal of pyrolysis for biofuel production is maximization of liquid product yield through appropriate optimization of process parameters. In recent years, this process has been extensively studied and applied to various kinds of terrestrial biomass such as 1st and 2nd generation biomass. Pyrolysis of 3rd generation biomass, i.e. microalgae and macroalgae, has only been recently studied. As the chemical composition of algae differs greatly from terrestrial biomass, especially in large water and ash content, thus the process of pyrolysis has to be redesigned and evaluated for this particular application.

This study aims to simulate and evaluate the pyrolysis conversion pathway of macroalgae in an industrial scale, using bench scale experimental data in Aspen Plus V8.6. Primarily, representative liquid product mixture was determined in order to simulate the conversion accurately and efficiently. The original liquid product mixture, containing around 200 compounds (detected by GC/MS analysis) in liquid and non-soluble organic phases, is reduced to 21 representative compounds based on chemical structure and boiling point range similarities. Simulation of brown seaweed pyrolytic conversion and primary liquid solid separation was made. Future work in pyrolysis process simulation will include appropriate pretreatment methods for ash removal i.e. acid washing as well as product upgrading steps and solid products combustion. Ultimately, the process will be techno economically assessed and strategic points of integration with bioconversion platform will be determined.

Hydrothermal Conversion of Alginate into Uronic Acids over a Sulfonated Glucose-derived Carbon Catalyst

Chunghyeon Ban¹, Hee Chul Woo², Do Heui Kim^{1,*}

¹School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University,

²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Algal biomass is regarded as a next-generation biomass owing to its rapid growth, inedibility, and lignin-free structure. Alginate, the major constituent of macroalgae, was hydrolyzed into uronic acids over sulfonated glucose-derived carbon catalysts using water as a green solvent under mild temperature conditions. The catalytic activity was compared with that of sulfuric acid and other commercial solid acid catalysts such as carbon black, activated carbon, Amberlyst-15, and zeolites. The sulfonic group is an active site in the catalysis of the hydrolysis of alginate, and phenolic hydroxyl and carboxylic groups on the carbon surface showed negligible effects on the hydrolysis reactions. The catalytic activity of the sulfonated carbon is higher than that of commercial acid catalysts used in this work. The high activity of sulfonated glucose-derived carbon catalyst can be attributed to its high local acid density and carbohydrate- π interaction between the catalyst and alginate, which facilitates the cleavage of the 1,4-glycosidic bond of alginate. Uronic acids were further converted into humins or epimerized into other uronic acids leading to the decrease in the yield of target uronic acids. The highest monomer yield of 19.6% was obtained over the sulfonated carbon at 140 °C for 1 h.

References

1. Aida, T. M. et al., "Depolymerization of sodium alginate under hydrothermal conditions," *Carbohydrate Polymers*, **80**, 296-302 (2010).
2. Aida, T. M. et al., "Production of organic acids from alginate in high temperature water," *J. of Supercritical Fluids*, **65**, 39-44 (2012).
3. Fukuhara, K., et al., "Structure and Catalysis of Cellulose-Derived Amorphous Carbon Bearing SO₃H Groups," *ChemSusChem*, **4**, 778-784 (2011).
4. Mo, X., et al., "Activation and deactivation characteristics of sulfonated carbon catalysts," *Journal of Catalysis*, **254**, 332-338 (2008).

대나무 주요 구성성분의 함량 분석과 열분해 특성 연구

심재욱¹, 김승수^{1,*}

¹강원대학교 삼척캠퍼스 화학공학과

Main components analysis of bamboo and its thermal degradation behaviors

Jae-Wook Sim¹, Seung-Soo Kim^{1,*}

¹Kangwon National University

대나무 (Bamboo)는 전 세계적으로 400여 종이 분포하고 있는 다년생 식물이고, 일부 종은 한 시간당 4.5 cm의 매우 빠른 성장속도를 가지고 있다. 2세대 바이오매스 중 벼과(Poaceae)식물의 한 종류로 구분되는 대나무는 초본계 바이오매스 (Herbaceous biomass)이며, 주요 구성성분인 셀룰로오스 (Cellulose), 헤미셀룰로오스 (Hemicellulose), 리그닌 (Lignin)으로 이루어져 있다.

본 연구는 대나무를 열중량분석장치 (TGA; Thermogravimetric analyzer)와 이로부터 구해진 실험데이터를 미분법 (Differential method)를 이용하여 주요 구성성분의 함량 및 활성화에너지를 계산하고 TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry)법을 통한 추출결과물과 비교하였다. TGA는 승온속도 5~20 °C/min 조건으로 30~700 °C 범위에서 분석을 진행하였다. TGA 분석으로부터 구성 성분의 피크분리를 통하여 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 함량은 각각 42.89%, 37.13%, 19.98%였으며, TAPPI 법을 통한 추출 결과와 비교하였다. 대나무의 활성화에너지는 10~85% 전환율 범위에서 83.29~354.01 kJ/mol의 값을 나타내었으며, 같은 범위에서 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌의 활성화에너지 값을 비교하였다.

아민그룹 기능화된 고분자를 이용한 실리카 나노입자의 생체모방 합성

강경구¹, 오현석¹, 박기수¹, 김동영¹, 이창수^{1*}
¹충남대학교

Bio-inspired Synthesis of Silica Nanoparticles using the Amine Group Functionalized Polymer

Kyoung-Ku Kang¹, Hyun-Seok Oh¹, Ki-Su Park¹, Dong-Young Kim¹, Chang-Soo Lee^{1*}
¹Chungnam National University

Over the last decade or more, the bio-inspired nanomaterials originated from organisms have received much attention due to their excellent structural regularity and variety as well as highly potential applications. One of these, silica nanomaterials synthesized by diatoms is also spotlight in the field of biomimetic synthesis. As a result of these studies, several research groups have synthesized silica using the biomimetic synthesis method and they also proposed the several key synthesis mechanisms and core proteins. In this study, we present the synthesis of silica nanoparticles using the biomimetic synthesis process with artificial polymer and the investigation of core synthesis parameters.

The synthesis process was similar to biphasic sol-gel process and was carried out using a TEOS (tetraethyl orthosilicate) as a silica source and PAH (polyallylamine hydrochloride) as a replacement of bio-silicification protein. In order to accelerate the sol-gel reaction, the process temperature slightly increased. The synthesis parameters, which were pH and PAH concentration of mother liquors, were also controlled each synthesis condition. The morphology and particle size distributions of synthesized silica were investigated by microscopic analysis.

According to the comparison experimental study of traditional sol-gel synthesis method, the growth of silica was promoted by PAH. Even, the formation of silica particle could be observed in acidic and neutral conditions, in which silica particles did not form in the conventional sol-gel synthesis method. In the acidic condition, the primary particle size of prepared silica showed 20 nm or less. As the pH was increased the silica particles size also increased to the 45 ~ 50 nm. During the growth of silica particles, the morphology of silica changes to sphere-like and interconnected each other. The effect of PAH concentration was also investigated by the synthesis condition with various PAH concentration. The silica particle was also grown, however, the morphology of silica particle was changed, dramatically. The synthesized silica showed the perfect sphere morphology in the relatively high concentration of PAH and the distribution of particle size became narrow. These results show that PAH has the activity of silica synthesis and could be used as an alternative material for diatom protein. Moreover, this biomimetic synthesis method can be used for the environmentally friendly synthesis of nano-sized colloidal silica.

일반세션
오염저감

3월 30일(목) 13:30~15:15
부산 웨스틴조선호텔 Rose/Lilac

건식 흡착 공정을 이용한 혐기성 소화가스로부터 황화수소 제거

김신동¹, 박성순²

¹(주)이엔캡솔루션 에너지·환경연구소, ²동강대학교 보건행정학부

Removal of Hydrogen Sulfide from Anaerobic Digestion gas using dry Adsorption Process

Shin Dong Kim¹, Seong Soon Park²

¹Energy & Environment Research Center, E & Chem Solution Corp,

²Field of Health administration, Dongkang College

바이오가스를 에너지원으로 활용하기 위하여 바이오가스 내에 포함되어있는 황화수소를 제거해야한다. 황화수소 제거 공정은 크게 습식법과 건식법이 있고, 고농도 2,000ppm이상에서는 습식법을, 2,000ppm 이하에서는 건식법이 효과적이다. 혐기성 소화조 내에 염화철을 투입함으로써 황화수소의 농도를 1,000ppm 내외로 조절하는 방법이 보편화되었기 때문에 건식 흡착공정을 적용하여 효과적으로 황화수소를 제거하였다. 황화수소 제거용 흡착제는 수산화철(Fe(OH)₃)를 제조하여 사용하였고, 황화수소 흡착량이 무게비로 최대 41%인 흡착제 개발에 성공하였다. 향후 바이오가스 전처리용 흡착 공정 비용을 절감시킴으로써 바이오가스 정제 및 활용 사업에 지대한 공헌을 할 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Kim and Park “Development of high efficient adsorbent manufacturing for simultaneous removal of hydrogen sulfide and siloxanes for biogas upgrading“ Final Report (2016)
2. S. Haghghatafshar “Management of hydrogen sulfide in anaerobic digestion of enzyme pretreated marine macro-algae“ Master’s thesis, Lund University (2012)

초발수성 유류흡착필터를 이용한 하폐수 전처리 장치 개발

이민석¹, 김광대², 엄성현^{1,*}
¹고등기술연구원, ²(주)신우산업

The study of pre-treatment process for wastewater by super-water-repellent oil absorbent filter

Minseok Lee¹, Kwangdae Kim², Seonghyun Uhm^{1,*}
¹Institute for Advanced Engineering¹,
²Shinwoo co., Ltd.

근래에는 화학물질 및 유류 유출에 의한 수환경 오염이 다량 발생하고 있으며, 유류 유출은 수생태계에 심각한 영향을 끼칠 수 있어 유출 방지를 위한 기술개발이 필요하다. 대규모의 기업 및 공장에서는 유류 성분을 포함한 폐수에 대한 자체 처리 및 위탁 처리가 잘 이루어지고 있으나 소규모 배출 업체에서는 비용 및 시설부지의 부족과 같은 이유로 폐수 처리가 적절히 되지 않고 있는 실정이다. 본 과제에서는 저비용 고선택성의 유류흡착필터를 이용한 하폐수 전처리 장치 개발을 하고자 하였다. 초발수성 유류흡착필터는 PET 섬유에 건식 코팅으로 제조된 초발수 분말을 습식코팅하여 제작하였으며, 그 크기는 10cm x 10cm로 제작하여 필터카트리지에 장착이 가능하도록 하였다. 유류흡착필터의 흡유성 및 흡수성을 분석하기 위하여 유류흡착필터를 기름과 물에 충분히 접촉시켜주고 흡유 및 흡수 전후의 무게 비교를 하였다. 유류흡착필터의 흡유성은 저점도유(DNM-20w/합성공업류/20cSt)를 흡유시켜준 경우에 무게대비 29배로 나타났고, 중점도유(PV-200/비수용성 석유계 펌프오일/70cSt)를 흡유시켜준 경우에는 무게대비 31배로 나타났다. 반면에 초발수 코팅을 한 유류흡착필터의 흡수성은 흡수 전후의 무게 차이가 없어 물을 전혀 흡수하지 않는 것으로 나타났다. 유류흡착필터를 필터카트리지 형태로 장착시킨 유수분리장치는 50m³/day의 용량으로 제작하였으며, 4-5개의 필터카트리지가 모듈형태로 장착되도록 하였다. 유수분리장치의 성능을 평가하기 위하여 유류를 포함하는 모사폐수를 장치 내로 유입시켰으며, 물 150L와 기름 1.5kg를 혼합하여 모사폐수를 제조하였다. 혼합된 모사폐수는 15L/min의 유량으로 유입시켜주었으며, 5개의 필터카트리지를 통과시켜주어 유류흡착필터의 흡유성능을 분석하고자 하였다. 첫 번째 장착된 유류흡착필터는 가장 많은 유류 성분을 흡유하였으며 접촉 순서대로 점차 흡유한 유류 성분이 작다는 것을 알 수 있었으며, 5개의 유류흡착필터를 통과한 처리수는 유류성분이 육안으로 보이지 않아 대부분의 유류성분이 흡유된 것으로 판단하였다. 유류성분에 대한 유수분리장치의 제거율은 추후 유입수와 처리수 내 유류성분을 정량적으로 분석하여 제시할 예정이다.

본 연구는 환경부 “글로벌탑 환경기술개발사업” 으로 지원받은 과제임(과제번호 : 2016002210004).

균일용액침전법을 이용한 BaMnAl₁₁O_{19-δ} 의 제조

박지윤¹, 정유식², 이영우^{1,*}

¹충남대학교 에너지과학기술대학원, ²(주)지엔티엔에스(GNTNS)

Preparation of BaMnAl₁₁O_{19-δ} Using Homogeneous Precipitation

Ji Yun Park¹, You Shick Jung², Young Woo Rhee^{1,*}

¹Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University,

²GN Technology & Solution

환경오염에 대한 관심은 전세계적으로 높아지고 있으며, 그에따른 다양한 환경보전정책들이 발표/시행되고 있다. 우리나라의 경우 ‘24년까지 인구집중의 심화, 에너지 사용량 증가의 영향으로 오염물질 배출량은 다소 증가할 전망이다, 오염물질 배출량 증가로 인해 오염도도 악화될 것으로 예상된다. 연소촉매란 천연가스나 탄화수소, 일산화탄소, 휘발성유기화합물 등을 화염연소보다 낮은 온도에서 안정적으로 완전 산화시키는 촉매이다. 완전연소로 CO와 같은 유해가스 배출의 원인을 근본적으로 제거 가능하며, 희박연소로 적은 유량의 가스도 안정적으로 연소처리가 가능하므로 연소소모량을 최소화 조절 사용이 가능하다. 또한 화염연소보다 낮은 온도에서 연소가 가능하여 열적 NOx 발생을 방지한다. 기존의 상용화된 촉매는 귀금속 촉매 위주로 주로 백금촉매를 사용하여 저온활성이 우수하나 600°C 이상의 고온에서는 비활성화가 급격히 일어나게 되며 가격 또한 고가이다. 망간 또는 코발트를 기본으로 한 페로브스카이트 산화물은 높은 완전 산화 활성을 보이며, 고온에서 sintering으로 인한 표면적의 급격한 저하를 동반한다고 보고되었다[1]. 그에 비하여 헥사알루미늄에이트 복합화합물 구조의 촉매는 1300°C 이상의 고온에서도 넓은 표면적을 유지하여 뛰어난 열적 안정성을 보인다[1,2]. 알루미늄나 담체에 금속원소를 첨가하여 알루미늄의 고온 결정성장이나 상변이를 지연시켜 고온 내열성을 향상시킬 수 있다. Ba나 Sr이 첨가된 헥사알루미늄에이트 구조는 1200°C 이상의 고온에서도 높은 내열성을 가지고 있는 것으로 보고하였다[2,3]. 또 헥사알루미늄에이트 구조에 Mn과 같은 전이금속을 치환시킴으로써 고온에서 필요한 촉매 활성을 확보하였다.

본 연구에서는 촉매 제조공법으로 고려인자가 적으며 균일한 입자를 생산할 수 있는 촉매 합성법인 균일용액침전법을 사용하였다. 비귀금속 촉매로서 Ba가 첨가된 헥사알루미늄에이트를 제조하였다. 고온 활성을 높이기위하여 헥사알루미늄에이트 구조에 치환할 전이금속으로 Mn을 사용하였다. 각 금속염에 의해 생성된 Al(OH)₃와 Ba[Mn]CO₃가 소성시 BaMnAl₁₁O_{19-δ}로 변화하는 전구체임을 확인하였으며, 각 전구체로 합성되는 비율을 구하여 BaMnAl₁₁O_{19-δ}를 제조하였다. 제조한 촉매는 XRD를 이용하여 분석하였으며, 메탄 연소실험을 하여 촉매에 대한 성능을 평가하였다.

참고문헌

1. J. G. McCarty and H. Wise, "Perovskites catalyst for methane combustion," *Catal. Today*, **8**, 231-248 (1990).
2. M. Machida, K. Eughi, and H. Arai, "Effect of Additives on the surface area of oxide supports for catalytic combustion," *Journal of Catalysis*, **103**, 385-393 (1987).
3. G. Groppi, M. Bellotto, C. Cristiam, P. Forzatti, and P. L. Villa, "Preparation and characterization of hexaaluminate-based materials for catalytic combustion," *Appl. Catal. A*, **104**(2), 101-108 (1993).

습식 세정탑의 세정수 오염과 악취의 재발산 연구

김영래¹, 조용준², 동종인^{3,*}, 박휘제¹, 최여진⁴

¹(제)서해환경과학연구소, ²신안산대학교, ³서울시립대학교, ⁴시흥녹색환경지원센터

현재 우리나라에서는 미세 먼지에 의한 대기오염의 증가와 함께 악취에 대한 민원이 지속적으로 증가하여, 악취에 대한 단속을 강화하고 악취관리지역을 확대하는 추세이다. 그리고 각 지자체에서는 이와 별도로 그동안 대기오염 규제의 제외 대상이 되었던 시설에 대하여 악취배출시설로서 신고토록 하고 악취 방지시설을 설치하도록 하여 악취를 집중적으로 관리하고 있다. 악취 방지시설은 사업장의 악취 배출 상황에 따라 각기 다른 방식의 시설을 설치하여 운영하고 있으며, 저농도의 복합악취의 방지시설은 비교적 설치가 용이하고 유지관리비가 저렴한 A/C흡착이나 습식세정(Wet scrubber)방식을 적용하여 운영하고 있다. 그러나 습식 세정탑은 폐수 배출시설로서, 일부 사업장에서는 폐수의 처리비용의 부담으로 장기간 세정수를 교체하지 않고 운영하고 있다.

습식 세정시설(Wet scrubber)에서 세정수의 오염과 악취의 재발산(Revolatilization)에 대한 연구를 하였다. 습식세정은 주로 충전탑(Packed tower)을 사용하고 있으며, 이중격막이론(Tow film theory)을 기초로 하여 액/기비(Liquid/gas Ratio), 담경과 탑고가 결정된다. 이중격막이론은 흡수탑의 설계뿐만 아니라 탈기탑과 냉각탑 등 액/가스 전달이 이루어지는 설비의 설계에 적용되어 사용되고 있다. 이중격막이론의 주요한 설계 인자인 세정수(Circulation water)의 물질전달계수는 오염되지 않은 상태의 계수 적용하고 있다. 그러나 세정수는 시간의 경과에 따라 오염되어 세정수의 저항이 증가하여 흡수효율은 낮아지게 된다. 또한 세정수의 교체를 하지 않고 사용하여 지속적인 악취의 흡수로 세정수의 오염이 증가하여 세정수에 흡수된 악취 물질이 재발산(Revolatilization)하는 경우를 종종 발견할 수 있다. 본 연구는 습식 열처리 공정의 중성계열의 악취와 피혁공정의 산성계열(H₂S)의 악취방지시설인 습식 세정탑을 대상으로 악취 인입과 배출되는 복합악취와 세정수의 오염도(COD, pH)를 분석하여 악취의 재발산에 대한 관계를 연구하였다.

연구 결과로 열처리 공정의 복합악취는 기준치인 500배 이하로 배출되고 있으며 세정수는 60일 주기로 교체되고 있다. 세정수의 COD는 200 ~ 400mg/L를 유지하고 제거 효율은 10% 미만으로 미미하나 시간의 경과에 따른 세정수의 오염도는 지속적으로 증가하며 악취와 대기오염물질의 저감에 기여를 하고 있는 것으로 판단되었다. 피혁공정에서 발생하는 악취는 H₂S가 주종인 산성계열의 악취로서 세정수는 연속적으로 교체하고, pH를 염기성 상태로 유지하기 위해 NaOH를 지속적으로 주입하고 있다. 악취 및 H₂S의 제거 효율은 pH와 밀접한 관계를 보이고 있으며 세정수의 교체가 늦어져 COD가 높은 상태에서는 pH가 높은 상태에서 제거 효율은 낮아지고 있음을 확인할 수 있었다.

향후 연구의 진행은 실험실에서 소형의 충전탑을 이용하여 악취가 심한 중성계열의 VOCs로 MEK, 산성계열의 H₂S, 염기성 계열의 NH₄를 대상으로 세정수의 pH를 변화시켜 흡수효율을 분석하고 악취가 재발산 되는 시점의 COD를 확인하여 악취의 재발산(Revolatilization) 현상을 규명하고자 한다.

참고문헌

1. 이영우, “시화·반월산단 소재 대기방지시설의 활성탄과 세정수의 적정한 교체주기 산정 및 관리 운영 방안 연구”, 연구보고서, 시흥녹색환경지원센터(2008).
2. 조용준, “반월·시화 산업단지내 가스 세정탑의 설계 및 운전개선방안”, 한국청정기술학회 추계학술 발표회 (2013).
3. 김덕현, “시화/반월산단내 주요악취배출업체현황조사”, 연구보고서, 시흥녹색환경지원센터(2011).
4. Nikolai Kolev, “Packed bed columns for absorption, desorption, rectification and direct heat transfer”, Elsevier, Amsterdam, 2006
5. Bhatia, Nahesh V., “Packed tower and absorption design” in Pollution engineering and technology, 609-697, Dekker, M. 1977

에폭시수지 생산업체에서 발생하는 고염폐수의 생물학적 처리에 대한 연구

황준호¹, 나병기², 황열순¹
¹미래환경, ²충북대학교

고염의 특성을 지닌 폐수는 처리가 쉽지 않아서 증발 농축이나 소각과 같은 물리화학적 방법으로 처리하거나 물로 희석하여 염분도를 낮춘 상태에서 생물학적 처리 방법으로 처리되고 있다. 일반적으로 증발 농축이나 소각처리 방법은 에너지 비용이 많이 드는 단점이 있고, 희석을 통한 생물학적 처리 방법은 다량의 공업용수를 사용해야 하는 부담을 안고 있으며, 염분이 함유된 폐수의 특성상 미생물의 활성이 낮아서 일정 염분농도이상 증가하거나, 부하 증가 시에는 처리효율이 급감하는 특징을 나타낸다.

따라서 본 연구에서는 염분폐수를 배출하는 여러 공정 중에서 특히 에폭시 수지를 생산하는 업체의 염분 폐수를 처리하기 위한 호염성 박테리아를 이용한 생물학적 처리방법을 연구하였다. 이러한 연구를 통해 고염분 폐수의 생물학적 처리를 가능하게 함으로써, 기존의 고비용 물리화학적 처리법과 희석을 통해 처리했던 재래식 생물학적 처리 방법을 대체하여 기술적, 경제적 이점을 얻을 수 있다.

연구를 위해 선정된 에폭시 수지 생산업체의 경우, 염분도를 1.8 ~ 2.0% 유지하기 위하여 10배의 희석수를 사용하고, 단위용적부하 1.0 kg CODcr/m³.day의 수준으로 생물학적 폐수 처리를 하고 있다. 연구는 좀 더 높은 염분도와 부하에서 처리가 가능하도록 하여 희석수 비용을 절감하고 또한 동일한 폭기조 용적에서 더 많은 폐수가 처리되도록 하는것에 초점을 두고 진행되었으며, 연구 결과 Halobacillus, Halomonas 등 5종의 호염성 세균을 분리하였고, 이들을 이용한 실험을 통해 염분도 3% 및 단위용적부하 2 kg CODcr/m³.day 조건에서 방류수의 법적 기준 충족이 가능하다는 결과를 얻게 되었다.

향후 연구의 진행은 추가적인 호염성 균주의 분리 및 특성을 파악하는 연구를 수행하여 좀 더 높은 염분도와 단위용적부하에서 처리가 가능하도록 최적 조건을 연구하고자 한다.

참고문헌

1. 황열순, “고온 호기성 세균을 이용한 독성, 고염도 석유화학폐수의 고부하 처리 시스템 개발”, 2015년 연구보고서, 한국산업기술진흥원
2. S. Belkin, A. Brenner and A. Abeliovich., “Biological Treatment of a High Salinity Chemical Industrial Wastewater,” *Water Science and Technology*, **27**(7), 105-112 (1993).
3. Stewart et.al., H.F. Ludwig & W. H. Kearns., “Effect of Varing Salinity on the Extended Aeration Process.,” *JWPCF*, **34**, 1161-1177 (1962).
4. Lefebvre, O., and R. Moletta., “Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater: a literature review,” *Water Research*, **40**, 3671-3682 (2006).

일반세션
청정소재 및 공정

3월 30일(목) 13:30~17:00

부산 웨스틴조선호텔 Tulip/Cosmos

CT-51

CVD 합성 그래핀 기반 전자 및 광전 소자 응용 기술

최춘기¹

¹한국전자통신연구원 ICT소재부품연구소 그래핀연구팀

Electronic and Opto-electronic Device Applications based on Graphene Synthesized by CVD

Choon-Gi Choi¹

¹Graphene Research Lab, Electronics and Telecommunications Research Institute

2차원 소재인 그래핀(graphene)의 우수한 전기적, 광학적, 기계적, 열적 특성으로 인해 다양한 전자소자, 광전소자, 광소자, 바이오소자, 에너지소자 등에 활발히 응용되고 있다. 본 발표에서는 기존의 단일 금속 촉매보다 물성 및 층수 제어가 용이하도록 합금 촉매를 사용하여 Chemical Vapor Deposition(CVD)으로 대면적 고품질 그래핀을 합성하여, 대면적 플렉서블 그래핀 필름을 제작한 결과를 소개한다. 또한 그래핀 투명전극을 이용한 효율이 향상된 LED, 그래핀 히터와 일체형으로 집적된 투명 플렉서블 그래핀 화학가스 센서, 광전집적회로(Photonic Integrated Circuits)를 구현하기 위한 평면형 그래핀 광소자들을 소개한다.

CT-52

Controllable Doping of Molybdenum Disulfide Nanosheets Utilizing Metalloporphyrin as a Seeding Promoter

Seong Jun Kim¹, Choon-Gi Choi^{1*}

¹Graphene Research Lab, Electronics and Telecommunications Research Institute

Transition metal dichalcogenides (TMDs) have attracted a great deal of attention in recent years due to their great potential in various fields including microelectronics, flexible devices, lithium batteries and optoelectronics. Among two-dimensional (2D) TMDs, molybdenum disulfide (MoS₂) with a large band gap (1.8 eV) is a suitable material for 2D logic devices and integrated circuits. However, there are two crucial requirements for application in MoS₂-based nano electronics: (i) the synthesis of large-area MoS₂ nanosheets with a high quality and (ii) reliable control of the carrier density in MoS₂ nanosheets via chemical doping. In this study, we present a new approach for the simultaneous large-scale synthesis and doping of MoS₂ nanosheets by applying metalloporphyrin layers as a seeding promoter layer. Here, a hybrid deposition system that combines thermal evaporation and atomic layer deposition (ALD) was utilized to prepare metalloporphyrin layers as a seeding promoter. The doping effect of the promoter was verified by X-ray photoelectron spectroscopy and Raman spectroscopy. In addition, the carrier density of the MoS₂ nanosheets was manipulated by adjusting the thickness of the metalloporphyrin promoter layers, which allowed the electrical conductivity in MoS₂ to be manipulated.

메타물질 기반 초파장 영역 전자파 제어 기술

이윤식¹, 김진홍¹, 최춘기^{1,*}
¹한국전자통신연구원

Metamaterial based electromagnetic-wave manipulation technology in subwavelength region

Yoonsik Yi¹, Jinhong Kim¹, Choon-Gi Choi^{1,*}
¹Electronics and Telecommunications Research Institute

최근 나노 포토닉스의 한 분야인 주기적인 나노 구조를 갖는 메타물질을 이용하여 기존의 자연계에서 구현되지 못하는 물질 특성을 가질 수 있다. 이러한 인위적인 전자파의 제어 방법을 이용하여 초파장 영역의 이미징, 파면 제어, 완전 흡수체등 다양한 응용이 가능하다. 특히 가시광 영역에서 메타 물질을 구현하는 것이 중요하며, 본 연구에서는 가시광 영역에서 다양한 메타 물질의 특성을 고찰한다. Carbon Nanotube(CNT) forest 기반의 메타물질을 이용한 이미징 실험과 손실을 줄이기 위한 유전체 기반 메타물질의 특성에 대하여 논의 하며, 메타물질의 전자기적 제어 특성을 이용한 미래 청정 기술로서의 활용 가능성을 검토한다.

그림 1(a)는 CNT forest 제작구조를 나타내며, 이러한 샘플을 Scanning Near-field Optical Microscope (SNOM)을 이용하여 532nm 광원을 사용해 이미징 실험을 시행한 결과 그림 1(b)에 나타내었다. 측정 결과에서 확인할 수 있듯이 서로 160nm 떨어진 폭 90nm 슬릿을 532nm 파장의 빛으로 구분해 낼 수 있다. 한편, 그림 1(c)는 유전체 기반의 실리콘 나노 큐빅 구조이며 어레이 형태의 유전체 기반의 메타물질이다. 이러한 메타 물질의 광학적 특성을 알아보기 위해 측정한 투과 스펙트럼의 결과가 그림 1(d)이다. 1(d)에서 알 수 있듯이 480nm 부근과 595nm 부근에서 공진 피크가 나타난다. 이것은 Mie 산란에 기반하며 공진 특성 이다. 자계 공진의 경우 실험적으로 Q(quality factor) ~10 값을 획득 하였으며 이것은 손실을 갖는 기존 금속이 가질 수 없는 공진 값이다. 이러한 금속/유전체의 인위적인 구조를 통하여 전/자계 공진을 유도하며 극한의 전자기파 제어가 가능하다. 따라서 메타물질 기반 전자파 제어 기술은 초파장 영역의 전자파 제어를 통해 전자파 방사 제어에서부터 전자파 청정공간을 구현을 위한 흡수 분야에 이르기 까지 다양한 응용이 기대된다.

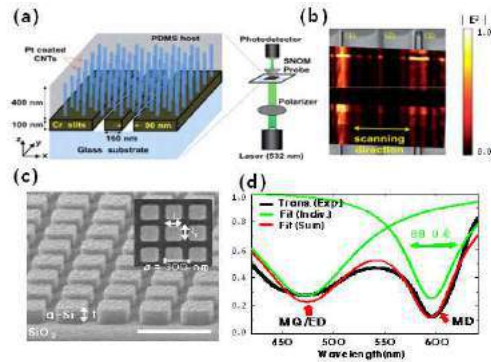


그림 1 (a) CNT 기반 메타렌즈, (b) SNOM 측정 결과, (c) 저손실 메타물질, (d) 측정 스펙트럼

CT-54

One step generation of controllable complex emulsions from a single emulsion via phase separation

Chang-Hyung Choi¹, Jongmin Kim², Chang-Soo Lee^{2,*}

¹Division of Cosmetic Science and Technology, Daegu Haany University,

²Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, Chungnam National University

Complex emulsions with well controlled geometries have remarkably been highlighted due to their significant potential in broad ranges including foods, pharmaceuticals, cosmetics, materials, and chemical separations. However, the previous approaches for preparations of the complex emulsion are limited because of multi-step emulsification, hydrodynamic and physiochemical heterogeneities of fluids.

Herein, we present a one-step method for generating complex emulsions via phase separation of a single emulsion in microfluidic devices [1]. Upon the diffusion of the separating agent into the single emulsions, the phase separation is induced allowing generation of the complex emulsions such as double, triple, quadruple and Janus emulsions with monodisperse size. The generated complex emulsions can be used as microcarriers with simultaneous encapsulating capability of active ingredients into desired position such as hydrophilic and hydrophobic compounds with selective compartmentalization in a one-step process. Furthermore, the complex emulsions can be used as useful templates for the synthesis of new functional materials, such as microcapsules, hemispheres, Janus particles.

The approach suggests the first demonstration of straightforward preparation of stable complex emulsions with controllable interior in a one-step manner. Also, the approach provides a versatile route of new material platforms for synthesis of anisotropic particles and functional emulsions. Finally, the approach can be utilized to develop novel encapsulation methods and to understand releasing kinetics of active components used for therapeutics and nutrients. These advantages extend the applications of the complex emulsions in a wide ranges, including pharmaceuticals, multi-drug chemotherapies, and cosmetics.

Reference

1. Choi, C.-H., Weitz, D.A., Lee, C.-S., "One Step Formation of Controllable Complex Emulsions: From Functional Particles to Simultaneous Encapsulation of Hydrophilic and Hydrophobic Agents into Desired Position," *Adv. Mater.*, **25**(18), 2536-2541 (2013).

CT-55

High Polarization Ratio of Electrospun Nanofibers

Sangcheol Yoon¹, Inchan Hwang^{1,*}

¹Department of Electronic Materials Engineering, Kwangwoon University

We investigate the photophysical properties of nanofibers based on poly[2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene]/poly(ethylene oxide) blends both with and without postsolvent treatments. Two different solvents were sequentially used in an attempt to extract the insulating electrospinnable polymer and increase the polarization ratio of the nanofiber meshes by molecular reorganization. The polarization ratio of emission from the nanofiber meshes treated with N,N-dimethylformamide (DMF) following treatment with acetonitrile solvents was found to be increased. An increase in the 0-0 emission vibronic intensity relative to that of the 0-1 peak and a reduction in the photoluminescence (PL) bandwidth were found. In addition, the PL decays faster and the parallel component along the nanofiber axis increases after the DMF treatment, indicating that the radiative recombination process becomes faster. Our results consistently show that postsolvent treatment promotes stronger J-aggregate character, with longer coherence lengths of the exciton along the long axis of the nanofibers, due to enhanced intrachain order.

CT-56

제어된 구조를 가지는 판상형 은 나노입자: 친환경 합성공정 및 응용

김문호^{1,*}

¹부경대학교 고분자공학과

Silver Nanoplates with Controlled Shapes: Green Synthesis and Applications

Mun Ho Kim^{1,*}

¹Department of Polymer Engineering, Pukyong National University

Silver (Ag) nanoplates display fascinating plasmonic properties, including intense quadrupole resonance peaks, and have been used in biological and chemical sensing applications. However, the production of Ag nanoplates with a controlled shape (e.g., size and aspect ratio) remains a significant challenge. In this talk, facile approaches to the synthesis of Ag nanoplates with controlled shapes by reducing silver nitrate (AgNO_3) with poly(vinyl pyrrolidone) will be reported. The unique shape and crystalline structure of Ag nanoplates provide an interesting model system for investigating the roles of capping agents. By introducing halide ions or a ligand material to form complexes with the Ag^+ ions, Ag nanoplates with tunable sizes and shapes could be formed in a single-step step. The morphological transformations enabled us to finely tune the LSPR peaks of the Ag nanostructures from the visible to the near-IR region of the spectrum. One of our new synthetic methods specifically enabled the formation of Ag nanoplates with lateral dimensions exceeding $1 \mu\text{m}$ and with thickness values of approximately 30 nm. These Ag nanoplates were found to show electrical percolation in a short sintering time and high electrical conductivity when they were directly used as metal inks to produce conductive patterns for printed electronics.

CT-57

A clean fabrication process for selective emitter of thermophotovoltaic system

KeumHwan Park¹, Jong-Moo Kim^{1,2}, Da-Som Kim³, Sun Kyung Kim³, Young-Seok Kim^{1,*}

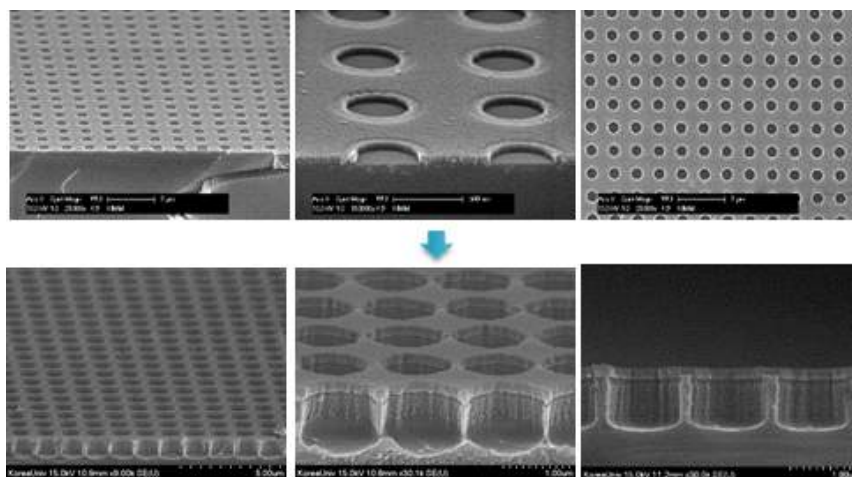
¹Korea Electronics Technology Institute,

²Department of Electrical Engineering, Korea University,

³Department of Applied Physics, Kyunghee University

Thermophotovoltaic (TPV) is a novel concept of power generation system which can directly convert the radiant energy produced by the combustion of the hydrocarbon fuel into electrical energy. However it has fundamental limits of conversion efficiency due to the broadband distribution of radiant spectrum. The ideal radiation for the PV cell is monochromatic illumination at the bandgap. In order to improve the radiative efficiency, several selective emitter technologies have been investigated including fabrication of photonic crystal structures which can allow for tailoring of thermal emission bandwidth.

In this work, we present some design rules based on finite difference time domain(FDTD) simulation results for 2D tungsten selective emitter. The tungsten 2D photonic crystal(PhC) was fabricated by clean and simple nano-imprinting lithography(NIL), and inductive coupled plasma reactive ion etching(ICP-RIE) with anisotropic etching process, the benefits and parameters of which are presented. The fabricated PhCs emitted selective near infrared wavelength and optical properties of those were varied depending on their size of the micro pattern. Measured results of the fabricated prototype structure correspond well to the simulated values.



[Structures of Tungsten selective emitter which are fabricated by nano-imprinting process]

CT-58

바이오 폴리올을 이용한 자동차 폴리우레탄 시트폼 특성 연구

오미혜¹, 윤여성¹, 김남일¹, 장은진¹, 김영곤²
¹자동차부품연구원, ²씨엠텍

A Study on the Characteristics of Polyurethane Seat Foam Using Bio Polyol

Mee-hye OH¹, Yeo-seung YOON¹, Nam-il KIM¹, Eun-jin JANG¹, Young-gon KIM²
¹Korea Automotive Technology Institute, ²CMTech

최근 환경규제, 연비효율, 배기가스 저감 등에 대응하기 위해서는 경량화, 친환경 부품이 필수적으로 필요하다. 친환경 자동차의 경우에도 고감성 시트 적용을 위해 시트모듈의 중량을 최대한 낮출 수 있는 경량소재의 개발이 필요하다. 시트 쿠션은 승차감을 좌우하는 경우가 많고, 착좌 전/후의 하중 변형 패턴에 의해 주행시 진동성능 변화를 나타낼 수 있다.

폴리 우레탄 발포체는 쿠션성이 뛰어나기 때문에 자동차 시트 쿠션으로 다양하게 사용되고 있다. 그동안 쿠션 발포체의 연구에 있어서 발포체의 밀도를 낮추고자하는 연구가 진행되어 왔으나, 최근에는 승차 안락감을 증대시키는 것이 더욱 중요시 되고 있다. 승차 안락감과 관련하여 승차 운전시 안락감 에 영향을 주는 매우 중요한 인자로 알려져 있는 진동 특성에 관하여 고찰하였다. 바이오 폴리올과 이소시아네이트의 반응은 FT-IR를 사용하여 관찰하였고 cell 구조는 광학현미경을 이용하여 발포체의 파단면을 관찰하였다. 바이오 폴리올을 이용하여 제조된 폴리우레탄 폼의 FT-IR 분석결과 $3,300\text{cm}^{-1}$, $1,530\text{cm}^{-1}$ 에서 -NH기를 나타내고 있으며, 3600cm^{-1} 부근의 -OH 피크는 더 이상 나타나지 않았으며, 반응 온도와 조성비에 따라 발포체 형성의 공정조건을 고찰하였다.

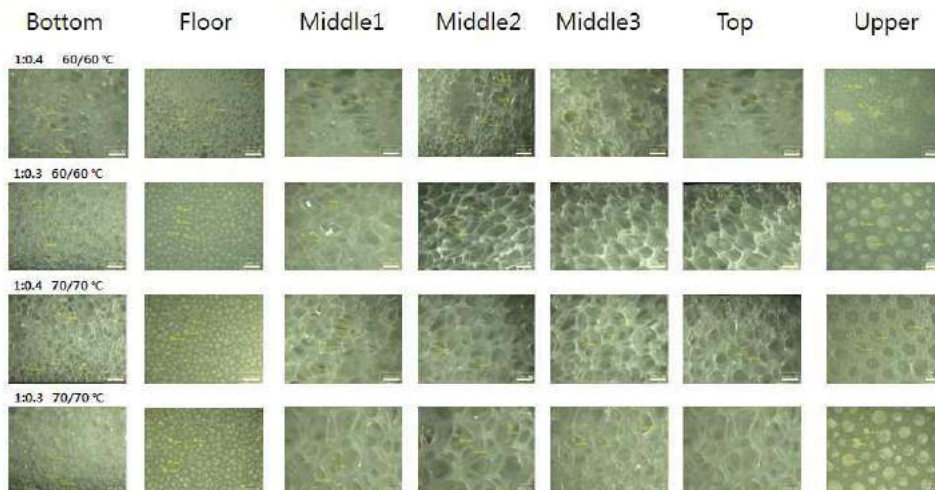


그림 1. 소재 성분 및 공정 조건에 따른 발포 특성

초청세션

해양바이오 에너지

3월 30일(목) 13:30~15:15

부산 웨스틴조선호텔 Peony

다시마 혐기성 소화 슬러지의 급속열분해

최재형^{1,2}, 우희철^{3,*}, 김진수⁴, 김승수^{1,*}¹강원대학교 화학공학과, ²부경대학교 청정생산기술연구소,
³부경대학교 화학공학과, ⁴경희대학교 화학공학과Fast Pyrolysis of Anaerobic Fermented *Saccharina japonica* in a Bubbling Fluidized-bed ReactorJae Hyung Choi^{1,2}, Hee Chul Woo^{3,*}, Jinsoo Kim⁴, Seung-Soo Kim^{1,*}¹Department of Chemical Engineering, Kangwon National University,²Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University,³Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,⁴Department of Chemical Engineering, Kyung Hee University

The pyrolysis characteristics of anaerobic fermented *Saccharina japonica* (AFSJ) were systematically investigated using a thermogravimetric analyzer and a bubbling fluidized-bed reactor [1,2]. The pretreated *S. japonica* samples (AFSJ-1d, AFSJ-2d, AFSJ-4d and AFSJ-6d) were prepared by anaerobic fermentation for 1-6 days. The ash content of increased fermentation days decreased from 24.42 to 21.22 wt%, whereas the carbon content increased from 29.58 to 34.25 wt%. The fermented *S. japonica* samples was decomposed in temperature range of 200 °C and 500 °C at different heating rates of 5-20 °C/min. The calculated activation energy of fermented *S. japonica* sample decreased with increased fermentation period. It is attributed to decreased minerals during fermentation. The yields of pyrolysis product such as bio-char, bio-char, and gas were significantly influenced in the conditions of different fermentation period. The yield of bio-oil from AFSJ-6d sample was maximal 40.12 wt% at 375 °C and 4.0 U_{mf} in a bubbling fluidized-bed reactor, and the HHV of organic bio-oil was 28.61 MJ/kg. Carbon number distribution of bio-oils from AFSJ samples was determined through simulated distillation by TGA [2], and the gasoline fraction in the bio-oils decreased from 26.72 to 22.60 wt% with increasing fermentation day (1 to 6 days), whereas the kerosene, gas oil and heavy oil fractions increased.

Acknowledgment

This work was supported by Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea (Project No. 20140559).

Reference

1. Choi, J. H., Kim, S. -S., Ly, H. V, Kim, J., Woo, H. C., "Thermogravimetric characteristics and pyrolysis kinetics of high-density-aquacultured *Saccharina Japonica*: Effects of water-washing," *Fuel*, **193**, 159-167 (2017).
2. Choi, J. H., Kim, S. -S., Ly, H. V, Kim, J., Woo, H. C., "Effects of water-washing *Saccharina japonica* on fast pyrolysis in a bubbling fluidized-bed reactor," *Biomass Bioenergy*, **98**, 112-123 (2017).

CT-60

해조류 바이오매스 열분해 공정 상 원료 성상 및 운전 조건에 따른 열분해 오일 제조 및 물성 조사

한기보^{1,*}, 장정희¹, 신우진¹, 최희영¹

¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부/센터 에너지환경연구팀

Investigation of Characterization and Production of Thermal Degradation Oil with Operation Conditions and Resource Properties in Macroalgae Biomass Pyrolysis

Gi Bo Han^{1,*}, Jung Hee Jang¹, Woo Jin Shin¹, Hee Young Choi¹

¹Energy & Environment Research Team, Plant Engineering Division/Center,
Institute for Advanced Engineering

본 연구에서는 에너지로 전환 가능한 비식용 바이오매스에 대하여 열분해 오일로의 전환을 위한 물리 화학적 특성이 조사되었으며, 이를 이용하여 열분해 오일을 제조하기 위한 열분해 공정 상 운전조건을 확보하고자 하였다. 열분해 오일로 전환될 수 있는 비식용 해조류 바이오매스 내 유기 화합물들의 조성 및 물성을 조사하기 위하여 공업분석, 원소분석 및 TGA 분석 등이 수행되었다. 이러한 과정을 통해 얻어진 비식용 해조류 바이오매스에 대한 전환특성으로 열분해 공정 상 필요한 반응온도 및 체류시간 등의 운전조건이 결정되었으며, 동시에 얻어진 오일에 대하여 연료로서 지닐 수 있는 다양한 물성이 조사되었다.

갈조류 가수분해 생리활성 화합물의 캡슐화

전병수^{1,*}, 우희철², P. S. Saravana¹
¹부경대학교 식품공학과, ²부경대학교 화학공학과

Encapsulation of bioactive compounds from brown seaweed hydrolysate

Byung-Soo Chun^{1,*}, Hee-Chul Woo², P. S. Saravana¹
¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,
²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Brown seaweed consists of about 2000 species, making it the second most abundant group of marine algae. In addition to its long-standing uses in alginate and fertilizer production, in seaweed meal for animal and human consumption, focus on the utilization of seaweed has been growing in the recent years due to the bioactive compounds it contains, which can be potentially used as pharmaceuticals and nutraceuticals. Fucoidan is a sulfated polysaccharide and it has been shown to have diverse biological activities including anticoagulant, antitrombotic, antiinflammatory, antitumoral, contraceptive, antiviral and antioxidant. To extract bioactive compounds, organic solvent extraction was used, but it is harmful to the environment. Also, it has several drawbacks such as long extraction time, high energy consumption and solvent residual will be remained in the extract. In this study, pressurized solvent extraction (PSE) will be use to recover bioactive compounds from *S. japonica*. In PSE process, water in subcritical phase modifies the dielectric constant and changes its polarity. Therefore, the PSE can be classified as clean technology in that water is used as a solvent and has advantage with a short extraction time. Some bioactive compounds are unstable so a stabilization process is required. The objective of this study is to stabilize the extract of *S. japonica* obtained from PSE with dextrin and the key compounds are encapsulated using spray drying technique. The PSE will be done with a temperature of 127 °C and with a pressure of 80 bar. The *S. japonica* encapsulated powder will be characterized for it particle size analysis, antioxidant activity, FT-IR, SEM, UV-VIS and color.

CT-62

갈조류 열분해를 통한 바이오 연료 생산 산업규모 공정의 설계,
시뮬레이션 및 기술경제성 분석

유준^{1,*}, Boris Brigljevic¹, 우희철¹
¹부경대학교 화학공학과

Process Design, Simulation and Techno Economical Assessment of
Industrial Scale Biofuel Production via Pyrolysis of *Saccharina japonica*
Macroalgae

Jay Liu^{1,*}, Hee-Chul Woo¹, Boris Brigljevic¹
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Process design for industrial scale pyrolysis of *Saccharina japonica* is assessed for a scale of 380,000 tons/year of dry algae. The necessary steps for autonomous biofuel production include (1) Pretreatment, (2) Pyrolysis, (3) Heat and power generation, (4) Phase separation, (5) Upgrading, and (6) Hydrogen generation. In the technoeconomical assessment, it was found that hydrogen generation step makes up for almost 33% of the capital cost investment. In this study 2 process design alternatives will be compared with the original design including: purchasing the hydrogen from the market with and without recycling using pressure swing adsorption (PSA). The initial results indicate that the process without hydrogen production but with PSA is the most economically feasible between compared process designs.

포스터세션 I

3월 29일(수) 14:30~16:30

부산 웨스틴조선호텔 Orchid 복도 및 Foyer

고에너지 물질 $ZrKClO_4$ 의 산화환원반응에 의한 고효율 연소기술 수학적 모델링

공태연¹, 임도진^{1,*}
¹부경대학교 화학공학과

Mathematical Modelling of High Efficiency Combustion of High Energy Material $ZrKClO_4$ Due to Oxidation-Reduction Reaction

Tae Yeon Kong¹, Do Jin Im^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

$ZrKClO_4$ (Zirconium potassium perchlorate)는 높은 에너지 밀도, 용이한 저장, 간단한 연소, 등의 특성을 가지고 있는 고에너지 물질이다. 에너지를 방출하는 연료(Zr)와 산화제($KClO_4$)의 혼합 물질인 $ZrKClO_4$ 를 점화시키면 산화제로부터 생성되는 자유산소원자가 연료와 반응하여 연료를 산화시키면서 ZrO_2 를 생성하게 된다. ZrO_2 가 생성되는 반응은 발열반응으로 하나의 ZrO_2 분자의 생성에서 발생한 에너지가 다른 Zr분자의 ZrO_2 생성에 기여하면서 연쇄적으로 매우 짧은 시간 내에 모든 $ZrKClO_4$ 는 상당한 양의 에너지를 방출하게 된다. 이때 반응이 진행됨에 따라 $ZrKClO_4$ 는 기체로 완전 연소된다. $ZrKClO_4$ 의 에너지 방출은 매우 적은 양의 $ZrKClO_4$ 를 이용해서 상당한 에너지를 생성할 수 있는 고효율 연소기술로, $ZrKClO_4$ 를 연소시킬 때 발생하는 에너지의 양을 정량적으로 분석하기 위한 수학적 모델이 필요하다. 본 연구에서는 $ZrKClO_4$ 의 양에 따라 연소할 때 발생하는 에너지를 예측하고 적용하기 위한 수학적 모델링 연구를 진행하였다.

연속식 반응기를 이용한 바이오매스 열분해 오일의 수첨탈산소 반응

김가영^{1,2}, 서장우¹, 하정명^{1,*}, 서동진¹, 이관영²¹한국과학기술연구원 청정에너지연구센터,²고려대학교 화공생명공학과

화석에너지 고갈과 온실가스에 의한 기후 변화 때문에 신 재생 에너지 중에서도 석유와 유사한 특성을 나타낼 수 있는 바이오 연료에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중 목질계/초분계 바이오매스는 다양한 바이오 매스 중 풍부하며 유망한 차세대 바이오 매스로 관심을 받고 있다. 목질계/초분계 바이오매스의 특정 성분이 아닌 전 성분을 활용하는 방법으로 열분해를 통한 바이오오일 생산이 제안되어 왔다. 그러나, 열분해로 얻어진 바이오 오일은 높은 산소 함유량, 높은 수분함량, 높은 점도, 높은 산도 및 낮은 발열량을 가지고 있어서, 바이오 오일을 원유와 같은 품질로 업그레이드 하기 위해서 산소를 제거하는 과정이 필요하다. 현재 바이오 오일의 수첨탈산소화(Hydrodeoxygenation) 공정에서 코크 생성에 의한 촉매 비활성화 및 압력 강하 현상에 의해 촉매의 사용 수명 및 촉매 반응 공정의 연속 운전성이 좋지 않다. 본 연구에서는 바이오매스 열분해로 생성된 바이오 오일을 사용하여, 연속식 반응기 실험을 수행하였다. Pd/C와 Ru/W-Zr 촉매의 조합에 의해 낮은 코크 생성률과 높은 반응 활성을 얻었다. 반응물과 업그레이드된 오일은 GC/MS를 이용하여 성분 분석을 하였으며, EA(elemental analysis)분석으로 O/C ratio 와 H/C ratio를, FT-IR 분석을 통해 오일의 특성을 확인하였고, Karl-Fischer 분석을 통해 수분 함량을 확인하였다.

초우량 형질전환 미세조류 발육을 위한 미세유체기반 전기천공법 최적화

김영훈¹, 박성진¹, 임도진^{1*}

¹부경대학교 화학공학과

Optimization of Microfluidic Electroporation Method to Obtain Permanently Transformed Microalgae

Yeong Hun Kim¹, Sung Jin Park¹, Do Jin Im^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

바이오 디젤을 생산에서, 기본이 되는 우수한 종의 미세조류를 얻는 것이 중요하다. 하지만, 자연적으로 우수한 종의 미세조류를 얻는 것은 쉽지 않다. 그러므로 외부에서 합성된 바이오 디젤을 합성하기에 우수한 형질을 가지는 유전자를 미세조류 내부에 주입하는 방법이 매우 중요하다[1-2]. 다양한 형질전환 방법 중 전기천공법은 높은 효율과 사용의 편리성으로 각광을 받고 있는 방법이다. 그러나 현재 상업적으로 판매되는 전기천공 시스템은 높은 초기 설치비용과 낮은 세포의 생존율과 같은 여러 단점을 가지고 있다. 디지털 미세유체 기반의 전기천공법은 기존의 전기천공법과 비교하여 높은 유전자의 발현을 보인다. 전기천공법에 대한 체계적인 파라미터 연구를 통해, 인가전압, 펄스 횟수, 인가시간을 변화시켰다. 이 연구를 통해, cc-125의 영구적으로 발현된 종을 얻기가 쉬울 것이다. 게다가, 미세유체기반의 또 다른 특징은 “bouncing EP”라 불리는 새로운 전기천공 메커니즘이 기존의 전기천공과 다른점이다. cc-125의 영구적으로 발현된 종을 얻었는지 확인하기 위해, southern blotting 기술을 적용시킬 것이다. 그러므로, 이 기술은 신기한 재생가능한 의약과 세포치료를 위한 형질전환 분야의 발전을 이끌 것이다[3].

참고문헌

1. Guo, S. L. et al., *J. Biotechnol.*, **163**, 61-68 (2013)
2. Gimpel, J. A. et al., *Curr. Opin. Chem. Biol.*, **17**, 489-495 (2013)
3. Im, D. J., *Korean J. Chem. Eng.*, **32**, 1001-1008 (2015)

옥수수 부산물 2단 열분해 오일을 이용한 친환경 제설제 합성

오승진, 최영곤, 박기범, 김주식
서울시립대학교

염화칼슘과 염화나트륨은 현재 제설제로 널리 이용되고 있고 우리나라에서도 연간 50만톤 가량의 제설제를 이용중이다. 이러한 염화계 제설제는 저장, 운반, 적용성과 가격적인 측면에서 큰 장점이 있다. 그러나 염화계 제설제는 도로, 건축물 및 차량의 부식을 유발하고 심각한 환경오염을 야기한다. 따라서 이러한 문제들을 해결하기 위해 친환경 제설제의 개발에 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 친환경 제설제로는 비염화계인 CMA(calcium magnesium acetate)가 대표적이다. 그러나 CMA는 염화나트륨에 비해 약 30배정도 가격이 비싸기 때문에 경제성이 염화나트륨보다 떨어진다. CMA는 일반적으로 돌로마이트와 원유로부터 생산되는 아세트산을 이용하여 생산 되는데 아세트산의 가격이 CMA의 높은 가격의 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 원유로부터 생산되는 아세트산을 바이오매스 열분해 오일로 대체하여 CMA의 경제성을 높일 수 있는 대안을 제시하려한다. 열분해는 열화학적 전환기술의 하나로 무산소 조건에서 원료를 분해하여 다양한 화학물질을 포함한 액체 산물을 생산하는 기술이다. 다양한 바이오매스 중 목질계 바이오매스는 cellulose, hemicellulose 와 lignin으로 구성되어 있으며 이러한 목질계 바이오매스를 열분해 할 경우 각각의 성분들은 다양한 화학물질로 분해된다. 대표적으로 cellulose와 hemicellulose가 열분해 되었을 때 아세트산이 다량 생성되며 다양한 공정변수를 이용하여 오일 내 아세트산의 순도를 증가 시킬 수 있다. 그러나 일반적인 공정변수를 이용하여 아세트산의 순도를 증가 시켜도 오일을 바로 CMA합성에 사용하기에는 부적합하다. 따라서 추출이나 증류를 통해 더 순도를 높일 필요가 있고 이러한 문제는 경제성 측면에 불리하다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 목질계 바이오매스 구성 성분의 분해 온도 차이를 이용하여 구성성분의 생성물을 분리하고자 열분해 반응기를 2단으로 제작하여 성분 별 분리 생산 연구를 진행하였다. 일반적으로 cellulose와 hemicellulose의 분해 온도는 약 200-350℃이며 따라서 첫 번째 반응기에서 분해 온도를 350℃ 이하로 설정하여 lignin 분해 산물과 분리하는 연구를 진행하였다. 또한 이렇게 생산한 바이오 오일을 이용하여 CMA를 합성할 수 있는지 확인하였다.

리그닌의 촉매화학적 저분자화를 통한 방향족 탄화수소의 생산

손덕원^{1,2}, 최재욱¹, 서동진^{1,3}, 하정명^{1,4,*}, 최정규²¹한국과학기술연구원, 청정에너지연구센터²고려대학교, 화공생명공학과³과학기술연합대학원대학교, 청정공정 및 시스템공학과⁴과학기술연합대학원대학교, 청정연료화학공학과

목질계 바이오매스를 구성하는 성분 중 리그닌은 자연계에서 유일하게 방향족 화합물인 페놀류 화합물로 구성되어 있는 물질이다. 리그닌은 펄프 제조 공정에서 부산물로 대량 생성되고 있으며 저급연료로 사용되거나 버려지는 등 가치에 비해 효율적으로 사용되지 못하고 있다. 이런 리그닌을 선택적으로 끊어 페놀릭 탄화수소를 생산해낼 수 있다면 고부가가치의 연료, 화학물질 및 고분자 제조에 사용할 수 있을 것이다. 금속 성분이 없으며 촉매를 피독하는 황 성분이 없는 리그닌을 유기 용매를 이용하여 목질계 바이오매스로부터 추출하였다. 참나무, 소나무, 팜 오일 부산물과 같은 목질계 바이오매스로부터 황산 촉매 하에 여러 온도 조건에서 리그닌을 추출하였다. 추출한 리그닌은 촉매를 이용하여 근임계하에서 수소첨가분해반응을 여러 온도 조건하에서 진행하였다. 제올라이트 산촉매인 H β 위에 Ru을 담지 시킨 촉매로 반응을 진행하였으며, 리그닌 고분자의 에테르 결합을 끊어 방향족 단량체를 생성하였다. Ru/H β 촉매를 사용하였을 때 가장 높은 수율과 가장 작은 분자량의 방향족 단량체가 생성됨을 확인할 수 있었다. 저분자화 된 방향족은 GC/MS로 확인하였으며, GC/FID로 정량하였다. 또한 GPC 분석을 통해 저분자화 반응의 활성을 확인하였다.

균일하게 분산된 염화제일구리 기반 일산화탄소 선택성 흡착제의 제조

김정수¹, 정태성¹, 조강희¹, 범희태¹, 한상섭^{1,*}

¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실

이산화탄소로부터 일산화탄소를 선택적으로 분리하기 위해 구리를 기반으로 하는 흡착제를 제조하였다. 다공성 기질과 CuCl을 혼합하고 가열하는 방법을 이용해 구리가 균일하게 분산된 흡착제를 합성하였다. 제조된 흡착제에 대해 CO와 CO₂에 대한 등온흡착평형을 측정하였고, XRD, SEM/EDX, XPS 분석 등을 통해 물성을 평가하였다. Cu의 함량을 다르게 하여 흡착제를 제조 및 평가해본 결과 20°C, 1 bar에서 CO의 흡착량은 Cu의 함량이 증가할수록 증가해 최적 혼합비에서 36 cm³/g의 최대 흡착량을 보이고 그 이상의 함량에서는 흡착량이 감소하는 경향을 보였다. 최적 혼합비에서 CO₂의 흡착량은 3.2 cm³/g으로 CO/CO₂의 흡착량비는 10 이상으로 나타났다. SEM/EDX와 XRD 분석을 통해 기질에 구리가 고르게 분산된 것을 확인하였고, Cu의 산화도가 1가로 잘 유지된 것을 XPS 분석을 통해 확인할 수 있었다.

흡기관 형상에 따른 엔진 유동특성에 관한 연구

발방 와호노¹, 임옥택^{2,*}

¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부

A Study on the Engine Flow Characteristics by Intake Manifold Type

BAMBANG WAHONO¹, OCKTAECK LIM^{2,*}

¹Graduate School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

²School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

본 연구에서는 배기가스 규제가 강화됨에 따라 소형엔진 흡기관 형상에 따라 연소실 내 형성 혼합기 특성을 분석한다. 흡기관 형상은 엔진의 흡입 유동 특성에 영향을 미치는 주요 변수로서, 형상 개선을 통해 엔진 성능 향상에 매우 효과적이다. 실제 작동 엔진에서 흡입 유동 특성을 측정하는 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 소형엔진의 흡기관 유동특성을 평가하기 위해서 정상 유동 장치를 이용해 유량계수 및 텀블을 측정하고, 상용 CFD를 이용해 유동 특성을 해석하고 실험결과와 비교했다.

PA-08

갈조류 열분해를 이용한 산업적 바이오연료 생산의 설계와 모사

Boris Brigljevic¹, 유준^{1,*}
¹부경대학교 화학공학과

Design and Simulation of Industrial Biofuel Production via Pyrolysis of Brown Macroalgae

Boris Brigljevic¹, Jay Liu^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

In recent years, thermochemical conversion processes such as pyrolysis have been greatly studied for biofuel production. Traditional feedstocks which were considered in this research include various kinds of terrestrial biomaterials such as food crops or 1st generation biofuels and woody biomass or 2nd generation biofuels. However, pyrolysis of 3rd generation biomass i.e. microalgae and macroalgae has only been recently studied. In this study, production of biodiesel from the pyrolysis of brown macroalgae was simulated using Aspen Plus software and bench scale experimental data. Special attention within process design is given to compositional distinctions of macroalgae when compared to terrestrial biomass. Techno-economical assessment for the dry feedstock value of 380,000 tons per year was performed and a Minimum Diesel Selling Price range of 2.51 USD - 4.12 USD was estimated.

SCR 시스템에서 벽 충돌이 퇴적물 형성에 미치는 영향에 관한 연구

지 엠 하산 샤히리야¹, 무하마드 크리스탐토 아디티야 와르다나¹, 임옥택^{2,*}
¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부

A Study About the Effects of Wall Impingement on Deposit Formation in SCR Systems

G M Hasan Shahariar¹, Muhammad Khristamto Aditya Wardana¹, Ocktaeck Lim^{2,*}
¹Graduate School of Mechanical Engineering, University of Ulsan,
²School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

The effects of wall impingement on deposit formation in SCR systems was numerically investigated in a constant volume chamber using Star CCM+ CFD code. The turbulence flow was modelled by realizable $k-\epsilon$ two-layer model together with standard wall function and all y^+ treatment was applied along with two-layer approach. The Eulerian-Lagrangian approach was used for the modelling of two-phase flow. Urea water solution (UWS) was injected onto the heated wall for a wall temperature of 338 K and 573 K at atmospheric pressure. Spray development after impacting on the heated wall was visualised and compared with the similar experiment results available. Droplet size distribution and droplet evaporation rate were also measured, which are vital parameters for the system performance but still not well researched. The investigation reveals that wall temperature has a great impact on spray development, droplet size distribution and evaporation. Increasing the wall temperature leads to longer spray front projection length, smaller droplet size and faster droplet evaporation, which are preconditions for urea crystallisation reduction.

Keywords: CFD, SCR, Urea deposits, Wall impingement, Urea evaporation

SCR시스템에서 분사 압력 및 벽 온도에 따른 NH₃ 분포 특성에 관한 연구

무하마드 크리스탐토 아디티야 와르다나¹, 지 엠 하산 샤희리아¹, 임옥택^{2,*}
¹울산대학교 기계자동차공학과 대학원, ²울산대학교 기계공학부

A Study About the Effects of Injection Pressure and Wall Temperature to Prediction Decomposition of NH₃ in SCR System

Muhammad Khristamto Aditya Wardana¹, G M Hasan Shahariar¹, Ocktaeck Lim^{2,*}
¹Graduate School of Mechanical Engineering, University of Ulsan,
²School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

Diesel engines are commonly used for public transportation at road and off road applications. Growth production of the diesel engine is very significantly from year to year. Nitride Oxide (NO_x) from diesel engine was the one of the major sources of the air pollution. Selective Catalytic Reduction (SCR) with Ammonia (NH₃) has been successfully used to remove NO_x from diesel engine with chemical reaction become steam (H₂O) and Nitrogen (N₂). However ammonia decomposition process is usually incomplete and difficult to mixing with NO_x. This study presents about simulation and systematic study of the impact of the turbulent phenomena and the numerical spatial discretization scheme to predict ammonia homogenization and decomposition at SCR system using STAR CCM+. The simulation studies conducts under different pressure (4 to 6 bars), injection rate (0.04 g/s) and temperature (538 K - 553 K) and the simulations are carried out for an exhaust system with high pressure and high velocity magnitude creates turbulent swirl flow in the Optical Box. Numerical results validated using back pressure at the mixer and the spatial distribution of reduced NO_x concentration at the catalyst outlet.

Keywords: Urea deposits, temperature, urea injection, selective catalytic reduction, wall impingement, Urea Water Solution (UWS)

Extraction of Phenolic Compounds from *Saccharina Japonica* Using Pressurized Hot Water Extraction and Solid-Liquid Extraction

Tri Dinh Vo¹, Hee-Chul Woo², Byung-Soo Chun^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,

²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Saccharina japonica, also known as Wakame, is a familiar brown seaweed commonly cultivated in Korea, Japan, China and many other Asian countries. For over decades, it has been highly consumed as a nutritive nourishment not only in Asia but spreadly worldwide. *Saccharina japonica*, in particular, and brown seaweeds, in general, are reported as rich sources of carotenoids, vitamins, polysaccharides, fiber and phenolics thus attracted plural studies aiming to recover these compounds. Among different valuable substances, phenolic compounds are currently concluded rich in algae as compared to terrestrial plants. With various bioactivities such as antioxidant, anti-cancer, anti-tumor, anti-obesity, phenolics always reached high demands in functional food and pharmaceutical industries. Pressurized Hot Water Extraction (PHWE) has recently been applied in extracting natural metabolites, based on its green properties such as environmental eco-friendly process, quick reaction time, less of harmful solvents and high productivity. Under subcritical conditions, water can penetrate deeply inside the target matrix and thus improve its extraction ability. In this study, the strengths of PHWE were applied to extract phenolic substances from *Saccharina japonica*. A wide range of temperature was provided from 100°C to 250°C and a high pressure of 50 bars was maintained constantly to create subcritical environments for the reaction of seaweed and water with a mixing ratio of 5g/ 160 mL. In addition, conventional extraction method with solvents at different polarities was endorsed as comparative measurements for PHWE results. Water, ethanol, acetone, dichloromethane and diethyl ether were brought into reaction with seaweed samples at a corresponding ratio as PHWE and kept stirring at ambient condition for 12 hours before the received mixtures were filtered and stored at -4°C prior analysis. Total phenolic content (TPC) from all extracts was investigated following Folin-Ciocalteu procedure. High-Performance Liquid Chromatography was applied to check individual phenolic compounds in each extract. Antioxidant activity analysis was investigated in order to check potential values of extracted products. The extracting capacity of PHWE on phenolics was significantly higher than normal solvent extraction. In consideration of all green properties as well as a strong capacity in extracting bioactive compounds, PHWE can probably be an alternative approach for the recovery of functional materials in the future.

Kinetic Promotion and Inhibition of Methane Hydrate Formation by Molten Salt

Myeong-jin Kim¹, Ki-Sub Kim^{1,*}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation

Ionic liquids of 1-hydroxyethyl-1-methylmorpholinium trifluoromethyl sulfonyl imide (HEMM-TFSI) was synthesized to investigate the different effects of anions in the ionic liquids on the methane hydrate formation kinetics. HEMM-TFSI acted as the kinetic hydrate promoter and inhibitor, respectively. The induction time of HEMM-TFSI solutions increased in proportion to the HEMM-TFSI concentration, and this ionic liquids showed thermodynamic hydrate inhibition effect on methane hydrate formation. The X-ray diffraction pattern of hydrates formed in the presence of this ionic liquid showed that there was no influence on, and no incorporation of ionic liquids into, the crystal structure. And the kinetic hydrate inhibition behavior of HEMM-TFSI might be attributed to the hypothesis that TFSI could act as a mobile pseudo-guest because the anion cannot be the guest of the hydrate cage owing to the charge imbalance even though it could fit into the structure I hydrate cages.

This was supported by Korea National University of Transportation in 2017.

참고문헌

1. Sloan, E. D., Jr.; Koh, C. A., CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2008
2. Song, Y.; Cheng, C.; Zhao, J.; Zhu, Z.; Liu, W.; Yang, M.; Xue, K. *Appl. Energy* 2015, 145, 265-277
3. Sloan, E. D. Gulf Professional Pub./Elsevier: Amsterdam ; Boston, 2011; p xxii, 200 p
4. Ohno, H. Wiley-Interscience: Hoboken, NJ, USA, 2005
5. Zare, M. et al., *Fluid Phase Equilib.*, **341**, 61-69 (2013)
6. Lee W et al., *Energ Fuel.*, **30**(5), 3879-3885 (2016).

완전 예열 조건에서 2.0L 급 T-LPDI 엔진 운전 시 입자상물질 및 온실가스 배출 특성에 관한 연구

김성훈¹, 조재호¹, 명차리¹, 박심수^{1,*}
¹고려대학교

Study of Particulate Matter and CO₂ emission Characteristics from 2.0L Turbo-Charged LPG Direct Injection Engine Under Fully Warmed-Up Condition

Seonghoon Kim¹, Jaeho Cho¹, Chalee Myung¹, Simsoo Park^{1,*}
¹Korea University

가솔린 직접분사 엔진은 압축비를 증가시킬 수 있고, knocking 특성이 개선됨에 따라 연비 및 출력에 큰 이점을 가지고 있다. 하지만 실린더 내부에 연료를 직접 분사하기 때문에 연료와 공기의 혼합될 수 있는 시간이 짧아진다. 이로 인하여 예혼합특성이 악화되며 PM (Particulate Matter)와 PN (Particle Number) 배출 수준이 증가하게 된다. LPG 연료는 가정, 산업뿐만 아니라 차량에서도 널리 쓰이고 있는 연료이다. 특히 LPG는 미세먼지 및 CO₂ 배출량이 가솔린보다 낮은 수준으로 청정 연료로써 각광받고 있다.

이에 본 연구에서는 연료 증발특성이 좋은 LPG (Liquified Petroleum Gas) 연료를 직접분사 시스템에 적용하여 기존 GDI (Gasoline Direct Injection) 엔진 대비 배출가스 및 PN의 배출 수준을 확인하는데 목적을 가진다. 본 실험은 최대출력 245마력, 최대 Torque 360Nm 의 2.0L T-GDI 엔진을 대상으로 9개 부하조건에서 가솔린 연료 대비 LPG연료를 사용했을 때 PN 배출 저감특성을 확인하였다. 9개 부하조건에서 LPG 연료를 사용했을 때, 가솔린 연료 사용 대비 평균 78.6% 수준으로 저감되었다. 특히 엔진속도와 부하가 높은 영역인 2800rpm_175Nm 조건에서는 LPG 연료를 사용했을 때, 가솔린 연료대비 99%의 PN이 저감되었다. PN의 입경분포를 측정된 결과, 100nm 수준의 accumulation mode의 PN 저감이 nuclei mode 대비 더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 LPG연료는 가솔린 연료에 비해 고압 분사 시 연료 미립화가 원활하고 증발특성이 뛰어나, 실린더 내의 국부적으로 농후한 구간이 줄어들기 때문으로 판단된다.

참고문헌

1. Mintz, M., Han, J. and Burnham, A., 2014, Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance, pp. 90-116
2. Kittelson, D., *Journal of Aerosol Science*, **29**(5-6), 575-588 (1998).
3. Myung, C., Kim, J., Choi, K., Hwang, I. and Park, S., *Fuel*, **94**, 348-355 (2012).
4. Jinyoung Jung, Minseok Lee, Heechang Oh, Choongsik Bae, KSAE 2012, 2012
5. Peckham, M.S., Finch, A., Campbell, B., SAE Technical Paper., 2011-01-1227

순산소 순환유동층 보일러에서 석회석의 재탄산화반응

김예빈¹, 곽인섭¹, 곽유라¹, 김상만¹, 이시훈^{1,*}
¹전북대학교 자원·에너지공학과

Recarbonization of Limestones Under Oxy-CFB Boiler Conditions

Ye Bin Kim¹, In Seop Gwak¹, You Ra Gwak¹, Sang man Kim¹, See Hoon Lee^{1,*}
¹Mineral Resources and Energy Engineering, Chonbuk University

Oxy-CFB(Circulating fluidized bed) boiler have been recognized as an eco-friendly technology because it can economically recover high concentration of CO₂. However, there are some issues about reactivity and corrosion when pure oxygen is used. To solve this problem, research is being conducted using recovered CO₂. Desulphurization efficiency of uncalcined limestone might decrease when CO₂ from flue gas will be reinjected into boiler. To study desulfurization behavior in Oxy-CFB boilers, recarbonization of limestones should be analyzed. Therefore, domestic limestones were used for determining recarbonization behavior in a thermogravimetric analyzer(TGA). The effects of CO₂ concentration (60-95%), temperature, and CaCO₃ concentration on recarbonization characteristics were analyzed.

이륜차용 가솔린 인젝터의 분무특성에 관한 연구

김효진¹, 임옥택²

¹울산대학교 기계공학부, ²울산대학교 기계공학부

A Study on Spray Characteristics of Gasoline Injector for Motorcycle

Hyojin Kim¹, Ocktaeck Lim²

¹Graduate School of Mechanical Engineering, University of Ulsan,

²School of Mechanical Engineering, University of Ulsan

석유자원 고갈에 따른 수송연료의 다변화 요구 및 글로벌 환경규제 및 연비 규제에 대응하기 위하여 연비 및 배출가스 만족의 최적화를 위한 연료분사시스템 연구가 활발히 진행 중이다.

본 연구에서는 이륜차의 연비 및 배출가스를 좌우하는 핵심인자 중 하나인 분무 특성을 확인할 것이다. 유동 해석 소프트웨어를 활용하여 분무 길이, 분무각도 등의 분무 특성에 대한 데이터를 획득하고 평균액적지름(Sauter Mean Diameter)에 대한 데이터를 획득할 것이다.

시뮬레이션 연구를 진행한 후 내부를 볼 수 있는 정적연소기에 인젝터의 분사압력을 다양하게 변경하여 연료를 분사 후 슐리렌 법(Schlieren's Method)을 이용하여 분무 길이, 분무 각도 등의 분무 특성에 대한 데이터를 획득하여 각 압력에 따른 분무 특성의 비교 및 PDPA를 이용한 실험을 통하여 SMD에 대한 데이터를 획득하여 비교를 진행할 것이다.

Keywords: Gasoline Injector, Spray characteristics, Spray visualization, Motorcycle

Microtexture Features of De- and Sulfur-Functionalized Porous Carbons and Their Effect on Elemental Mercury Adsorption

Joung Ho Park¹, Moon Hyeon Kim^{1,*}, Yong-Seok Hong¹
¹Department of Environmental Engineering, Daegu University

Microporous activated carbons contain a variety of surface functionalities, such as carboxylic, lactone, phenol, carbonyl, ether, and quinone, and these oxygen-containing groups can decompose into gaseous components at different temperatures when exposed to thermal excursion. On the other hand, the sulfur functionalization of carbon surfaces can greatly enhance the extent of elemental mercury adsorption. A combination of this surface chemistry may offer us a good vehicle to understand which surface sites play a critical role in strongly accommodating the mercury on carbonaceous materials.

The surface of an activated carbon (AC) was modified by thermal decompositions at 500, 800, and 1100°C, referred to as AC5, AC8 and AC11, respectively. Sulfur functionalization of the carbons was conducted by treating a mechanical mixture of an elemental sulfur (S) powder (S/AC = 3) at 600°C for 3 h in flowing N₂ with a flow rate of 100 cm³/min, designated to ACn-MS. Liquid nitrogen sorption isotherms were collected using a Micromeritics 3 Flex adsorption system and their microtextural properties, BET surface area (S_{BET}), and micro- and mesopore sizes and volumes, were determined using the sorption data with appropriate pore models. Elemental mercury was generated by flowing 150 cm³ Ar/min in a mercury permeation tube controlled precisely at 50 ± 0.1°C, corresponding to ca. 460 mg/m³, and was adsorbed on each sample diluted in a high purity quartz sand that had been placed in a U-shaped quartz cell. A Brooks Rand Model III CVAF detector was employed for directly measuring the breakthrough behavior in the mercury adsorption at chosen temperatures, 25 and 135°C.

The surface groups decomposed to CO₂, H₂O and CO, depending on temperature. Peaks by CO₂ at temperatures < 500°C could be assigned to carboxylic and lactone groups. CO peaks appeared at temperatures > 600°C and mainly came from surface phenol, carbonyl, ether, and quinone groups. Carboxylic anhydrides could give all of CO₂ and CO at an intermediate temperature range (550 – 650°C).

Table 1. Microtextural properties of de- and sulfur-functionalized carbons

Adsorbent	Sulfur content ^a (%)	S _{BET} (m ² /g)	Average pore size (Å)	
			d _{mc} ^b	d _{ms} ^c
AC	0.41	986	6.84	38.8
AC5	-	1068	8.31	30.3
AC8	0.61	1089	8.38	30.2
AC11	-	905	8.46	32.8
AC1-MS	7.76	995	8.26	31.8
AC5-MS	7.75	994	8.32	32.2
AC8-MS	7.52	1011	8.34	31.5
AC11-MS	5.24	1036	8.36	31.5

Note. “-”: not measured; S_{BET}: specific BET surface area; d_{mc}: micropore size; d_{ms}: mesopore size.

^a By a C/S/N analyzer.

^b Using the Horvath-Kawazoe model with a slit-pore geometry.

^c Using the BJH pore model.

The thermal decomposition created different microtextural features, compared to those indicated for the original carbon (Table 1). A better mercury adsorption at 135°C was indicated for the sulfur functionalized ACs, depending on thermal decomposition temperature. A faster kinetic behavior in mercury adsorption breakthrough may be associated with the increase, by 1.5 Å, in the d_{mc} value after defunctionalization.

The Influence of Electrostatic Effects on +, - Charging of a Water Droplet in the Contact Charging Phenomenon

Seok Hwan Yang¹ and Do Jin Im^{1,*}

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

A droplet contact charging phenomenon has been studied as novel microfluidics research subject. The droplet contact charging phenomenon is already being applied to microfluidic digital electroporation and this digital electroporation technology can be utilized in the microalgae transformation as clean bio-energy factory. However, the fundamental charge transfer mechanism of this interesting phenomenon is still illusive. Most of all, positive and negative charging behavior on the droplet contact charging phenomenon and related electrostatic effects are not studied well. In this work, we investigate how electrostatic effects affect a charge on the droplet contact charging. Precise charge measurements and analysis were performed under various power voltages and electric fields. For more accurate charge measurements, special experimental setups (Two power sources, Faraday cage, etc) were designed and performed. These experimental setups will exclude electrostatic effects existing in our system. Throughout these systematic studies, we have investigated minute change of positive and negative charge on droplet contact charging more rigorously and we found that the charging difference is affected by electrostatic environment. The results provide fundamental understanding about droplet contact charging in electrochemical aspects.

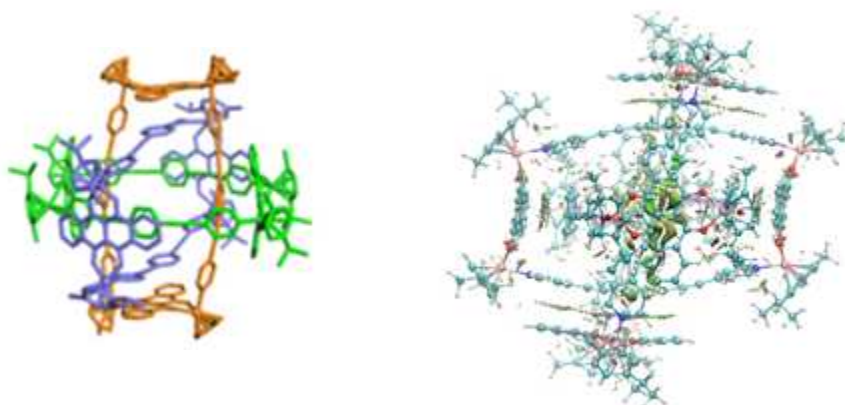
Computational Study on the Noncovalent Intermolecular Interactions as a Driving Force in Supramolecular Assembly

Jihun Oh¹, Ki-Whan Chi^{1,*}, Jaehoon Jung^{1,*}
Department of Chemistry, University of Ulsan

The supramolecular architectures, such as catenanes, trefoil, and pentafoil knots, Solomon links, and Borromean rings, are potential materials for host-guest chemistry, selective sensing, drug delivery, and anticancer studies. Recently, Solomon links [1] and Borromean rings [2] with novel architectures were successfully synthesized in the research group of professor Ki-Whan Chi in Department of Chemistry, University of Ulsan, which are composed of the tetracene-Ru(II) acceptor and carbazole-functionalized donor, and ditopic pyridyl donor, respectively. We carried out the computational study based on density functional theory to investigate the driving force, i.e., noncovalent intermolecular interactions, for the formation of supramolecular complexes. We used three different hybrid functionals, ω B97X-D, M06-2X, and PBE0. Whereas PBE0 cannot describe vdW interaction, both ω B97X-D and M06-2X were designed to effectively deal with the weakly interacting systems. Therefore, we could effectively explore the main intermolecular interactions, i.e., intermolecular dispersion forces, by comparing the interaction energies obtained with three different kinds of density functional methods. Our computational results provide a fundamental insight into the formation of supramolecular complexes, the newly synthesized Solomon links and Borromean rings.

Reference

1. Y. H. Song et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **55**, 2007–2011 (2016)
2. T. Kim et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **138**, 8368–8371 (2016)



제조 조건에 따른 제올라이트 계열 촉매의 DMC합성반응

우제민^{1,2}, 이동호², 서정윤², 박영철², 김현욱², 이종섭², 박영성¹, 문중호^{2,*}

¹대전대학교, ²한국에너지기술연구원

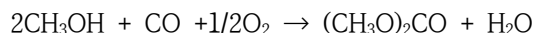
DMC Synthetic Reaction of the Zeolite-Based Catalysts According to the Catalyst Preparation Method

Je Min Woo^{1,2}, Dong-Ho Lee², Jung Yoon Seo², Young Cheol Park², Hyunuk Kim², Jong-Seop Lee¹,
Yeong Seong Park¹, Jong-Ho Moon^{2,*}

¹Daejeon University, ²Korea Institute of Energy Research

DMC(dimethyl carbonate, (CH₃O)₂CO)는 카르보닐기(carbonyl group)에 메톡시드(methoxide, CH₃-O-)가 2개 붙어있는 구조로 되어있으며, 분자량(Molecular Weight) 90.08 g/mol, 밀도(Density) 1.069 ~ 1.073 g/mL, 녹는점(Melting point) 2 ~ 4 °C, 비점(Boiling point) 90 °C이다. 이러한 DMC는 독성이 없는 환경 친화적인 화학물질로서 고부가가치의 차세대 유기용매로 각광 받고 있다. 또한 유기용매, 폴리카보네이트 전구체, 연료첨가제·이차전지의 전해질 및 정밀화학 제품의 중간체 등으로 소비되고 있으며 그 수요량이 급증하고 있는 추세이다.

DMC 제조 방법은 포스겐법, 메탄올산화법, 메틸티트리법, 에스테르 교환법등이 있으며 이중 메탄올산화법은 액상법과 기상법으로 나눌 수 있으며, 메탄올의 산화법에 의한 DMC 합성반응식은 다음과 같다.



본 연구에서는 Cu 금속을 H-Y Zeolite에 함침하는 방법으로 제조하여 batch 고압반응기에서 구리촉매를 이용한 디메틸카보네이트(DMC) 합성에 대하여 연구하였다. DMC는 메탄올을 일산화탄소와 산소로 직접 산화성 카르보닐화하여 합성되었다. 촉매는 액상이온교환 방법으로 용매의 종류별(Water, Methanol, Ethanol, Aqueous Ammonia), 이온교환 방법(Reflux, Microwave, Ultrasonic), Cu 전구체의 종류(CuCl, CuCl₂·2H₂O, Cu(NO₃)₂·3H₂O, Cu(CO₂CH₃)₂), Cu 함침량 등을 변수로 두어 촉매의 성능을 향상시켰다.

촉매 특성 분석은 BET, TPD, SEM-EDX 등을 이용하였다. DMC 합성반응은 batch 고압반응기를 사용하였으며 메탄올과 촉매를 넣은 후 MFC를 이용하여 주입가스(CO, O₂, N₂)을 반응기에 주입하여 30bar, 130°C로 실험하였다. 반응 후 생성물은 막 필터로 여과하여 GC(FID)를 이용해 분석하였다. 반응조건(온도, 압력, 시간)을 일정하게 유지한 후 촉매제조 방법에 따른 반응성에 대하여 연구하였다.

DMC 합성반응 결과, Cu 전구체 중 CuCl₂·2H₂O가 가장 뛰어난 반응성을 보였다. 그로 인해 Cu 30 wt%를 암모니아수 용매에 녹여 Microwave에 제올라이트와 같이 이온교환 시켜주었을 때 메탄올 전환율 16.7 %, DMC 선택도 48.3 %로 가장 뛰어난 성능의 촉매를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. S.T. King, *JOURNAL OF CATALYSIS*, **161**, 530-538 (1996).
2. Daniele Delledonne, Franco Rivetti, Ugo Romano, *Journal of Organometallic Chemistry*, **488** C15-C19 (1995).
3. Kyeong Taek Jung and Alexis T. Bell, *Journal of Catalysis*, **204**, 339-347 (2001).
4. Zhong Li, Kechang Xie, Robert C.T. Slade, *Appl. Catal. A*, **209**, 107-115 (2001).
5. Steven A. Anderson and Thatcher W. Root, *Journal of Catalysis*, **217**, 396-405 (2003).

Properties of CdTe Nanowires Based on Various Stabilizers

Seock-Jin Yoon¹, Ki-Sub Kim^{1*}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation

Nanomaterials (NMs) that consist of Nanoparticles (NPs) have a lot of research areas because they have unique chemical and physical properties such as optic properties in Cadmium Telluride (CdTe) nanoparticles that are treated in this study. These properties vary by types and concentrations of stabilizers because their sizes and shapes determine optic properties after synthesis at respective conditions. We have synthesized CdTe nanowires (NWs) via self-assembly from Nanoparticles and these Nanoparticles were synthesized by ratio of stabilizer-to-Cd ion is 1.0 ~ 2.3. L-cysteine, 1-Thioglycerol, etc. were used as stabilizers. In this study, we have compared these synthesized nanowires respectively by analyzing their properties. Transmission electron microscopy and scanning electron microscopy were performed to characterize the synthesized nanowires.

This was supported by Korea National University of Transportation in 2017.

Reference

1. H. Weller, *J. Phys. Chem. B* (2002)
2. C. Li and N. Murase, *Chemistry Letters*, **34**(1), 92-93 (2005).
3. K.S. Kim et al., *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, **15**, 5346-5349 (2015).
4. N.A. Kotov et al., *Science*, **327**, 1355-1359 (2010).

Ni-Nb-O/Ce_xZr_{1-x}O₂의 향상된 산화환원능력을 통한 에탄 산화탈수소반응용 촉매 제조 및 에틸렌 생산능력 평가

이민재¹, 윤양식¹, 성종백¹, 송찬경¹, 이중원², 서영종², 송인규¹, 이종협^{1,*}
¹서울대학교 화학생물공학부, ²롯데케미칼

Improved Redox Characteristics in Ni-Nb-O/Ce_xZr_{1-x}O₂ for Oxidative Dehydrogenation of Ethane

Minzae Lee¹, Yang Sik Yun¹, Jongbaek Sung¹, Chyan Kyung Song¹, Joongwon Lee²,
 Young-Jong Seo², In Kyu Song¹, Jongheop Yi^{1,*}
¹School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University,
²Lotte Chemical Corporation

에틸렌은 여러 고부가가치 석유화학제품 생산에 널리 사용되는 주요 원재료로 알려져 있다. 최근 들어, 환경 및 에너지 문제의 해결과 더불어 낮은 에틸렌 생산단가를 확보할 수 있는 기술로서 에탄과 산소의 촉매반응을 통한 에틸렌 생산방식(oxidative dehydrogenation of ethane, ODHE)이 각광받고 있다. 니오븀이 도핑된 니켈산화물 (Ni-Nb-O)는 420°C 이하의 ODHE 반응온도 조건에서 에틸렌을 높은 선택도로 생산할 수 있다고 알려져 있다. 하지만, 상대적으로 낮은 에탄 전환율(30~35%)은 에틸렌 생산수율을 떨어뜨리는 요인으로 작용한다는 한계점을 가지고 있다¹. 낮은 에틸렌 수율이 형성되는 원인은 상대적 고온의 반응온도에서 에틸렌 선택도가 급격하게 감소되어 CO_x나 CH₄와 같은 부산물들을 형성하기 때문이다.

Ni-Nb-O촉매를 통한 ODHE반응은 Mars-van Krevelen 메커니즘을 따른다고 알려져 있다. 촉매내 격자산소가 직접적으로 에틸렌 형성에 참여하고, 빈 격자산소의 자리를 반응물로 주입된 산소가 채워주는 방식이다. 부산물이 형성되는 메커니즘은 크게 두 가지로, 형성된 에틸렌이 추가적으로 산화반응 되는 것과 에탄이 직접적으로 완전산화 되는 것에 기인한다. 에탄의 완전 산화반응은 촉매 표면의 정공(h⁺)과 반응물로 주입된 산소분자가 반응하여 O⁻를 형성하고, O⁻가 다시 에탄 분자를 산화시키는 반응 경로를 따른다². 이러한 이론적 배경을 기반으로, 상대적 고온에서 에틸렌 선택도의 감소하는 원인은 Ni-Nb-O내 에틸렌 형성에 참여하는 활성격자산소가 불충하기 때문이라는 것을 유추할 수 있게 해준다. 따라서, Ni-Nb-O내 활성격자산소의 전달능력이 향상되어 촉매내 산화환원이 보다 원활해 질 수 있다면, 고온에서도 부산물 생성을 억제함과 동시에 에탄 전환율을 증가함으로써 에틸렌 수율의 증가를 기대할 수 있다.

이 연구에서는 격자산소의 제공 및 전달능력이 탁월하다고 알려진 Ce_xZr_{1-x}O₂를 도입하여 Ni-Nb-O의 산화환원능력을 향상시키고자 Ni-Nb-O/Ce_xZr_{1-x}O₂ 촉매를 개발하고, ODHE반응에 대한 성능 평가를 진행하였다. 420°C 이상의 반응온도인 450°C에서 우수한 에틸렌 선택도 증가를 관찰하였으며, 에탄 전환율이 약 55%까지 향상됨으로써 에틸렌 수율이 약 6배 향상됨을 확인하였다. 다양한 물질특성분석, 전기화학분석 등을 통해 이러한 성능개선은 Ni-Nb-O/Ce_xZr_{1-x}O₂의 향상된 산화환원능력에 기인한다는 것을 증명하였다.

참고문헌

1. H. Zhu, D.C. Rosenfeld, M. Harb, D.H. Anjum, M.N. Hedhili, S. Ould-Chikh, and J.-M. Basset, *ACS Catal.*, **6**, 2852-2866 (2016).
2. B. Savova, S. Loridant, D. Filkova, and J.M.M. Millet, *Appl. Catal. A: Gen.*, **390**, 148-157 (2010).

상업용 Ni/SiO₂-Al₂O₃ 촉매를 이용한 식물성 오일의 수소화 반응 연구

이성찬¹, Zuo Hao¹, 빈경미², 우희철^{1,*}
¹부경대학교 화학공학과, ²부경대학교 청정생산기술연구소

Hydroprocessing of Vegetable Oil using Commercial Ni/SiO₂-Al₂O₃ Catalyst

Seong Chan Lee¹, Hao Zuo¹, Kyung Mi Bhin², Hee Chul Woo^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,
²The Institute of Cleaner Production, Pukyong National University

에너지 소비 증가에 따른 자원고갈 위기와 온실가스 배출 증가에 따른 자연 생태계 혼란으로 세계적으로 에너지원 다양화 및 온실가스 저감을 위한 신재생에너지 보급활성화 정책을 추진하고 있다. 다양한 대체에너지원 중에서 빠른 생산성 및 지속가능성과 유해물질 및 환경오염가스의 적은 배출량의 이점을 갖고 있는 캐슈너트(cashew nut)의 껍질을 원료로 하여 생성된 오일은 다양한 바이오 연료에 사용되고 있다. 그러나 콩 껍질에서 생성된 오일은 불포화 지방산의 함량이 높아 쉽게 산화되어 산화 생성물을 형성시키기 때문에 산화 안정성이 낮고 연료흐름을 저해 할 수 있는 단점이 있다.

본 연구에서는 수소화 반응에 일반적으로 사용되는 상업용 Ni/SiO₂-Al₂O₃ 촉매를 사용하여 반응압력, 반응온도 및 공간속도의 변화에 따라 식물성 오일의 산화 안정성 향상 효과를 확인하고자 한다. 본 실험은 고정층 반응기에서 진행되었고 상업용 니켈(Ni)촉매를 사용하여 다음 조건별 반응 테스트를 진행하였다. 반응조건 변수로 반응압력은 1~10 bar, 반응온도는 120~180 °C 그리고 공간속도 0.75~60 h⁻¹로 진행하였다. 그 결과 압력이 높을수록 요오드가 저감 효율은 약 67%에서 90%까지 증가하였고, 반응온도에 대한 효과는 반응 초기에는 반응온도가 높을수록 최대 약 80% 저감 효과를 보였지만 2시간이후에는 모든 조건에서 약 50%로 비슷한 효율을 보였다. 공간속도는 증가할수록 요오드가 저감 효율은 감소하였고, 특히 7.5~10 h⁻¹ 범위에서 효율이 69.2%에서 32.2%로 큰 폭으로 감소하였다. 그리고 7.5 h⁻¹이하로 갈수록 효율은 증가하지만 큰 차이는 나지 않는 것을 확인하였다. 따라서 반응압력 10 bar, 반응온도 120 °C 그리고 공간속도 7.5 h⁻¹에서 수소화 반응 효율이 좋은 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Ikeda, R., Tanaka, H., Uyama, H., and Kobayashi, S., *Polymer*, **43**(12), 3475-3481 (2002).

벼메뚜기의 활용 가능성을 평가하기 위한 질소와 인 흐름 분석

조아라¹, 임성린^{1*}
¹강원대학교 환경공학과

Nitrogen and Phosphorus Flow Analysis to Evaluate the Applicability of Grasshopper

A-Ra Cho¹, Seong-Rin Lim^{1*}

¹Department of Environmental Engineering, Kangwon National University

국제연합식량농업기구(FAO: United Nations Food and Agriculture Organization)는 2050년, 전 세계 인구수가 약 90억에 이를 것으로 예측하였다. 이와 같은 인구 증가는 식량 부족, 물 부족, 기후변화, 자원고갈 등 여러 문제들을 야기할 수 있다. 또한 식량 및 에너지원 생산과정에서 자연계에 과잉으로 배출되는 질소, 인은 토양 산성화 및 부영양화 등의 환경문제를 유발할 수 있다. 이에 대한 해결책으로 FAO에서는 ‘곤충’을 자원으로 활용하는 것을 제시하였다. 이는 곤충을 식·약품, 사료, 비료 등으로 활용하는 것으로 기존의 단백질원, 사료, 비료를 곤충으로 대체함으로써 식량 부족문제 및 환경문제 해결을 꾀하는 것이다. 이를 토대로 한국은 2010년 곤충산업화를 위한 법률을 제정하였고 식용곤충에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 그러나 현재 국내 연구는 곤충의 이용가능성 여부 및 활용기술개발 위주의 연구에 치중되어있어 곤충활용에 따른 환경성 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 식용곤충으로 인정받은 곤충 6종 중 하나인 벼메뚜기를 선정하여 벼메뚜기의 활용방안에 따른 환경성 평가를 진행하였다. 벼메뚜기는 한국, 일본 및 중국에 흔히 분포하는 종으로 예로부터 식품으로 이용된 친숙한 종이다. 단백질원, 사료의 원료인 건조 벼메뚜기의 성분은 수분 약 4~10%, 조단백질 약 67~75%, 지방 약 5~11%로 이루어져있다. 이와 같은 벼메뚜기의 성분함량을 기존의 식품 및 사료와 비교하였을 때 유사하거나 높기 때문에 단백질원 및 사료로써의 이용 가능성은 충분하다. 또한 중국은 이미 메뚜기를 식재료 및 사료(삼충분)로 사용하고 있다.

벼메뚜기의 환경성 평가는 활용방안에 따른 질소, 인 물질흐름분석을 통하여 진행하였다. 이는 인간이 벼메뚜기를 단백질원으로 섭취하였을 경우와 벼메뚜기 사료로 키운 가축을 섭취하였을 경우로 나누어 분석하였다. 이를 토대로 물질흐름의 각 단계를 비료, 작물, 곤충(벼메뚜기), 가축, 곤충 분, 사람으로 나누어 유입, 유출되는 질소와 인의 양을 산정하고 이에 따른 단계별 질소, 인 이용효율을 산정하였다. 또한 이를 통해 질소, 인 이용효율이 낮은 단계를 규명하고 이를 증가시킬 수 있는 방안을 모색하는 것을 목적으로 하였다. 질소와 인의 산정은 환경오염사전예방 측면에서 SCOPE 3(기타 간접 배출)에 속하는 온실가스 배출원(비료 생산 및 수송과정에서 발생하는 질소, 인)을 포함하여 간접손실 항목에 추가하였다. 이는 기존 이용효율성 평가의 시스템 경계를 확장한 것이다.

본 연구를 통하여 벼메뚜기를 활용하였을 때 기존 단백질원 및 사료와 비교하여 물질순환 측면에서 얼마나 친환경적인지에 대한 기반자료가 될 것이다. 또한 향후 본 연구에서 사용한 평가방법을 사용하여 벼메뚜기 이외에 다른 곤충에 대한 환경성을 평가함으로써 곤충 종류에 따른 활용가능성 규명 및 환경성을 비교할 수 있을 것이다.

Antihypertensive and Free Radical Scavenging Properties of Oyster Hydrolysate Obtained from Subcritical Water Hydrolysis

Yong-Nam Cho¹, Hee-Jung Lee^{1,2}, Periaswamy Sivagnanam Saravana¹, Sol-ji Chae¹, Yeon-Jin Cho¹,
Byung-Soo Chun^{1,*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,

²Department of Life Science, Silla University

Seafoods contain an array of bioactive compounds that are actively being researched for their healthcare potential. The Pacific oyster (Genus: *Crassostrea* Species: *gigas*) is a marine invertebrate belonging to the family Ostreidae (Phylum: Mollusca, Class: Bivalvia) with worldwide distribution. Although the microbial communities associated with healthy oysters remain poorly studied, they were shown to be abundant and vary with environmental conditions. Shellfish sauce are widely used in southeast and east Asian countries. In Korea, the production of oyster was estimated to be 342,480 ton in 2015, and only a few fish and shellfish sauces have survived in local areas in Korea. The medicinal properties of oyster have been claimed for years and some of them have been demonstrated scientifically and experimentally, medicinally active components are believed to include polysaccharides, polypeptides, polyphenols and taurine. However, fish and shellfish sauces have recently been rediscovered because of increased consumer interest in their taste and flavor. In recent trends of food processing, the extraction methods employing 'green technology' have been preferred these technologies allow for the extraction of natural ingredients without the need of toxic or chemical solvents in food industry. In this regard, Subcritical water hydrolysis (SWH) is an excellent choice for the production of extract with functional activity from oyster. Therefore, the SWH as green technology can be used for the extraction of oyster functional compounds from oyster for safe and rapid methodology. The objectives of this study were to optimize the process of SWH to increase extraction yields of functional compounds, such as antioxidant properties, protein and amino acid from oyster. We expect high content of protein including rich antioxidant and antihypertensive activities from the oyster hydrolysate. We assume that obtained results will have an important implication in the food industry to produce oyster hydrolysate using SWH enriched with bioactive compounds.

Reference

1. Kim, S. K et al., *Food Chemistry.*, **91**, 15-18 (2005).
2. Hao, G et al., *Pharmaceutical Biology.*, **52**(6), 723-728 (2014).
3. Mitsugu, W et al., *J. Agric.Food Chem.*, **60**, 830-835 (2012).

미분탄 화력발전소 보일러 튜브 전처리에 따른 고온 부식 영향성 연구

박석균^{1,2}, 오중현³, 최석천^{1,*}¹한국생산기술연구원, ²전북대학교 대학원, ³전북대학교Investigations of High Temperature Corrosion by
Pre-Treatment of Pulverized Coal Boiler TubeSeokkyun Park^{1,2}, Jonghyun Oh³, Seuk Cheun Choi^{1,*}¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Chonbuk national university graduate school,³Chonbuk national university

화력 발전은 우리나라 전력 공급원 중 40% 비중을 차지하며, 전력을 생산하는 발전시스템이다. 국내 화력발전용 석탄은 호주 및 동남아시아에서 100% 수입에 의존하고 있으며, 자원 고갈, 원가상승 등으로 황과 회분 함유량이 높은 저품위 석탄이 발전에 활용되고 있다. 석탄 연소 중 생성되는 연소 가스와 입자성 물질(회분)은 환경오염뿐만 아니라 회분에 포함된 미네랄성분이 보일러 내부의 슈퍼히터 튜브에 영향을 미친다. 특히, 저품위 석탄에 다량 함유된 황은 연소 시 공기와 반응하여 이산화황(SO₂) 가스를 생성하고 이 물질은 연소가스와 반응하여 부식을 가속화시키는 것으로 알려져 있다. 따라서, 본 연구는 화력 발전에 활용되는 보일러 튜브 인 ASME SA 213 Grade T91 튜브를 10mm x 10mm 크기로 성형한 후 다양한 방법의 전처리 영향성을 평가하는 연구이다. 보일러 튜브와 연소가스가 반응하는 부식 환경은 550 °C이며, 이러한 부식 환경을 제공하기 위해 실제 연소로에서 발생하는 연소가스를 모방한 혼합가스를 프리히터에서 가열하여 사용한다. 또한, 화력 발전에 사용되는 전처리 과정을 거쳐 Crucible boat에 부식물질을 활용하여 Immersion test 방법으로 진행하였다. ASTM 규격에 따른 mass loss 분석, SEM(Scanning electron micro scope)과 EDS(Energy dispersive x-ray spectroscopy) 장비를 활용하여 부식층의 형상 및 조성을 분석하였다. 이 실험은 실제 보일러에서 문제가 되고 있는 슈퍼히터 튜브의 하여, 전처리 과정에 대한 영향성을 평가하여, 추후 진행 예정인 석탄 보일러 튜브 부식과 배가스 성분 및 입자성 물질의 상관성을 규명하기 위한 기초 연구로 활용 할 예정이다.

참고문헌

1. S.C. Srivastava, K.M. Godiwalla, *Journal of Materials Science*, **32**, 835-849 (1997).
2. Hussain, T., Simms, N. J., Nicholls, J. R., & Oakey, J. E., *Surface and Coatings Technology*, **268**, 165-172, (2015).
3. Liu, Shunv, Zongde Liu, Yongtian Wang, and Jin Tang., *Corrosion Science*, **83**, 396-408, (2014).
4. Metsäjoki, J., E. Huttunen-Saarivirta, and T. Lepistö., *Fuel*, **133**, 173-181 (2014)

Development of CdTe Nanowires Using 1-Thioglycerol Under Visible Light

Yong-Hyuk Choi¹, Ki-Sub Kim^{1,*}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea National University of Transportation

Nanomaterials (NMs) have unique optic properties according to their size and shape. Then nanowires (NWs) are formed in these respective conditions. One kind of example is Cadmium Telluride (CdTe) Nanoparticles that treated in this study, and they are self-assembled to nanowires. We have synthesized CdTe nanoparticles using 1-Thioglycerol as stabilizer and assembled nanowires. After forming nanowires, we have controlled size and shape of nanowires using light. By controlled size and shape, we expect that we regulate nanowire's properties. For this process, Transmission electron microscopy and scanning electron microscopy were performed to characterize the synthesized nanowires.

This was supported by Korea National University of Transportation in 2017

Reference

1. S.-M. Park, W.-K. Kang, J. W. Kang, Y. K. Hong, and K.-S. Kim, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **12**, 4309-4312 (2012).
2. X. Chen, S. Zhang, D. A. Dikin, W. Ding, and R. S. Ruoff, *Nano Lett.*, **3**, 1299-1304 (2003).
3. S. Srivastava, A. Santos, K. Critchley, K.-S. Kim, P. Podsiadlo, K. Sun, J. Lee, C. Xu, G. D. Lilly, S. C. Glotzer, and N. A. Kotov, *Science*, **327**, 1355-1359 (2010).
4. P. X. Gao, Y. Ding, W. Mai, W. L. Hughes, C. Lao, and Z. L. Wang, *Science*, **309**, 1700-1704 (2005).
5. E. D. Sone, E. R. Zubarev, and S. I. Stupp, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **41**, 1705-1709 (2002).
6. C. Li and N. Murase, *Chem. Lett.*, **34**, 92-93 (2005).
7. S.-M. Lee, H.-W. Kim, J.-W. Kang, J.-Y. Kim and K-S Kim, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **15**(1), 672-675 (2015)

누에를 이용하는 물질순환 경로의 질소 이용 효율성 평가

최유리, 임성린*
강원대학교 환경공학과

Nitrogen Use Efficiency of Silkworm-Based Material Cycle Pathways

You-Ri Choi, Seong-Rin Lim*
Department of Environmental Engineering, Kangwon National University

전문가들은 세계 인구가 증가하면서 식량문제가 발생할 것이라고 예측하고 있다. 또한 이러한 식량을 생산하는 과정에서 발생하는 온실가스는 기후변화문제를 유발하고 있다. 전 세계 부문별 온실가스 발생부문 중 축산 부문의 경우 전체의 약 18%를 차지하며 이에 대한 감축이 필요하다. 질소는 단백질의 주요 요소로 동물이나 식물에게 필수적인 성분이나 과일 공급되어 주변 수계로 배출되어 부영양화문제가 발생하고 있다. 인은 계속 수요가 증가하는데 한정적인 인광석양으로 인해 자원고갈문제가 발생하고 있다. 따라서 질소와 인의 손실을 예방하고 효율적으로 이용하기 위한 흐름파악이 필요하다. 그리고 이 흐름 파악을 통해 자원을 효과적으로 순환시키는 것이 필요하다. 이러한 문제를 해결할 대책으로 국제연합식량농업기구(FAO)는 곤충을 적극 권장하고 있다. 곤충은 육류 단백질과 비교하여도 높은 단백질 함량을 가졌으므로 단백질 대체로 이용할 수 있다.

누에는 다른 곤충들과 달리 오래전부터 우리나라에서 많이 길러왔다. 그리고 최근 농림축산식품부는 양잠산업을 웰빙·친환경·기능성 산업으로 육성하기 위해 제2차 양잠산업 육성 5개년 계획을 확정하였다. 따라서 양잠산업의 규모는 점점 커질 것으로 보인다. 누에는 식품으로 이용할 수 있을 뿐 아니라 누에번데기에서 기름을 빼고 남은 고형물인 잠용박을 이용하여 사료를 만들 수도 있다. 또한 누에의 분은 유기질 비료로 사용할 수 있다. 최근 원유가 상승 및 원유 자원의 고갈문제가 대두되고 자연 상태에서 분해되지 않는 물질을 소각하거나 매립하면서 발생하는 환경문제가 증가하면서 원유로부터 추출한 물질로 합성하여 만든 플라스틱을 대체할 수 있는 누에의 산물인 실크 피브로인을 이용한 생분해성소재(biomaterial)개발이 활발히 이루어지고 있다.

현재 국내에서 곤충과 관련된 연구는 곤충을 활용한 음식물 처리 관련 연구, 곤충 사육방법이나 사료화 방법, 식용곤충의 영양성분에 관한 연구위주이다. 곤충의 환경성이나 질소의 이용에 관한 연구는 진행되고 있지 않다. 따라서 본 연구는 누에를 실크화, 식품화, 사료화, 비료화 하였을 때 질소의 흐름을 분석하여 질소 이용 효율을 평가하고자 한다.

질소 흐름 분석 시 사용하는 문헌자료 및 통계수치는 국내 자료와 외국자료를 비교하여 사용하였다. 통계자료는 최근 자료를 기준으로 사용한다. 누에를 식품화 하는 경우는 누에5령3일을 이용하여 누에가루를 만들었을 경우와 번데기를 식품으로 섭취하는 경우 모두 고려한다. 단백질 중 질소 함량은 16%로 계산하였다. 질소 유출입 항목 및 경로를 선정하고 질소의 흐름을 분석한다. 질소의 흐름 분석 시 인간의 활동으로 인한 질소와 자연적인 질소 모두 고려한다. 질소 이용 효율은 질소의 유출량을 유입량으로 나누어 구한다. 질소 이용 효율을 통해 누에를 키우고 가공하는 과정에서 손실을 줄이고 질소이용을 최대화시킬 수 있는 방안을 정량적으로 표현할 수 있을 것이다. 또한 누에로 만든 사료를 가축에게 공급하고 그 가축을 사람이 먹거나 잠분을 비료로 이용하여 식물을 길러서 동물에게 공급하는 등 여러 방법으로 질소를 순환시킬 수 있을 것이다. 향후 질소 뿐 아니라 인의 이용 효율도 함께 고려할 필요가 있으며 전과정평가를 통해 온실가스 배출량을 산정하여 질소, 인 이용 효율과 함께 누에의 여러 활용을 비교할 필요가 있다.

흡착탈황반응기의 공정조건 확보를 위한 CFD 모델링

최창용, 유준, 임도진*
부경대학교 화학공학과

본 연구에서는 100kW급 MCFC에 사용되는 디젤의 흡착 탈황반응기의 공정 정보를 도출하기 위해 수치해석프로그램을 이용하였다. 특히 이전 연구에서 진행되지 않았던 흡착탈황반응기의 비 정상상태 해석을 진행하여 디젤의 유량, 반응기의 크기 등에 따른 반응기의 구동시간, 병렬로 연결될 반응기의 개수, 반응기의 포화 시간 등을 도출하였다. 반응기의 상세한 설계를 위해 탈황 실험결과를 수치해석으로 모사하여 흡착속도 도출 및 최대 흡착량을 도출해냈다. 최적화를 위해 Scale up 및 유량을 조정한 결과로 탈황성능이 보장(1ppm이하)되는 시간은 약 5시간 정도로 추정된다. 본 연구결과는 차후 연구 내용인 흡착제 재생 비정상상태 해석 및 탈황-재생 통합프로세스의 공정 조건을 도출하는데 사용될 것이며 또한 MCFC를 포함한 공정시뮬레이션 프로그램에 적용될 것이다. 최종적으로 본 연구를 통해 연료전지뿐 아니라 일반적으로 정유사에서 생산되는 디젤유의 저황 시스템 디자인에 활용 될 수 있으며 석유화학산업의 청정화 기술확보에 이바지 할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Kwon et al., Clean Technol, **21**(4), 229-234 (2015).
2. Ho et al., Clean Technol., **20**(1), 88-94 (2014).

PDMS를 이용한 Stamping 방식으로 제작된 Poly(3-hexylthiophene) 전기변색소자

정재영, 김주형*
아주대학교 화학공학과

전기변색 소자는 LCD 및 LED보다 응답 속도가 느리지만 적은 비용으로 넓은 면적의 소자로 제작될 수 있고 소비전력이 낮으므로 스마트 유리, 스마트 거울 등의 연구에 많이 이용되어 오고 있다. 더욱 간편한 제작 및 비용의 절감은 전기변색 소자 연구에 있어 중요한 요소로 중 하나로 예상된다.

전기변색은 전극 물질에 전기화학적으로 산화 또는 환원반응을 일으킬 때 가역적으로 색 변화가 일어나는 현상을 말한다. 전기변색은 기본적으로 전기화학적 반응을 기반으로 하고 있으므로 전기변색의 재료는 전기 화학적 산화, 환원 반응에 의해 재료의 광 특성이 가역적으로 변할 수 있는 물질이어야 하며, 소자에 사용되는 전해질은 용매에 잘 녹고 이온화가 잘되어야 하며 전기활성물질에 비활성이어야 한다. 주로 사용되는 전기변색 물질은 무기물, 유기물, 고분자 등이 있으나 다른 것과는 달리 높은 변색 효율, 빠른 응답 속도, 높은 안정성, 같은 물질 내의 다양한 색 변화, 제작의 간편성이 있는 고분자 물질이 전기변색소자의 개발에 많이 이용되고 있다.

본 연구에서 전해질은 전기변색 소자에 적용 시 소자의 응답 시간, 수명 등의 특성을 향상시킬 것으로 기대되는 ClO_4^- 를 이용하기 위해 0.4M LiClO_4 이 포함된 propylene carbonate용액을 사용하였으며, 전기변색물질은 공기 중에서 안정하고 합성 및 유도체화가 쉽고 용매에 대한 용해도가 높은 poly(3-hexylthiophene) 사용하여 전기변색 소자를 제작한 후 전기변색을 확인하였다. 또한, 소자개발의 간편성 및 비용의 절감을 위해 PDMS를 이용한 stamping 방식을 통해 전기변색을 확인하였다.

과산화수소를 이용한 선박용 경유의 산화탈황에서 금속산화물 촉매의 성능

오현우¹, 김지만², 우희철^{1*}

¹부경대학교 화학공학과, ²성균관대학교 화학과

Catalytic Performance of Metal Oxide Catalysts on Oxidative Desulfurization of Marine Diesel with Hydrogen Peroxide

Hyeonwoo Oh¹, Ji Man Kim², Hee Chul Woo^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

²Department of Chemistry, Sungkyunkwan University

탄화수소 액체연료에서 운송 수단의 연소를 통해 배출되는 물질들 중, 황산화물(SO_x)은 대표적인 환경오염의 주범으로 산성비와 대기오염을 일으키는 물질이다[1]. 최근 국제해사기구에서는 선박 운행 시 발생하는 황산화물의 배출로 인한 환경오염을 줄이기 위해 선박 연료의 황 함유량을 제한하는 선박배출가스 관련 규정을 발표하였다. 이에 연료의 대체로 인해 증가하는 연료비 문제를 해결하기 위한 방안으로 연료전지를 통한 전력 공급이 있다. 선박용 경유에 함유된 황화합물들 중 60% 이상이 고리형 구조를 가진 황화합물들로 구성되어 있으며, 이는 연료전지의 개질기에 사용되는 촉매 또는 전극에 피독 현상을 일으켜 연료전지의 효율을 감소시킨다[2,3]. 따라서 경유를 연료전지의 연료로 사용하기 위해서는 황 농도를 1 ppm 이하로 낮출 수 있는 고심도 탈황공정이 필수적이다. 산화탈황공정(ODS, oxidative desulfurization)은 제거가 어려운 고리형 구조의 황화합물 제거에 효과적이며 산화제로 사용되는 과산화수소는 분해되어 물과 산소로 전환되므로 청정산화제라고 할 수 있다.

본 연구에서는 경유(황 농도 = 약 250 ppmw)의 황 농도를 낮추기 위한 산화탈황공정의 산화 촉매로서 실리카에 산화텅스텐 및 산화몰리브덴, 산화바나듐을 30 wt%만큼 담지 한 촉매(30 WO_x/SiO₂, 30 MoO_x/SiO₂, 30 VO_x/SiO₂)와 실리카로 이루어져 있는 다공성 물질인 SBA-15에 산화텅스텐을 20 wt%만큼 담지 한 촉매(20 WO_x/SBA-15)를 제조하였다. 제조한 촉매는 과산화수소(H₂O₂, hydrogen peroxide, 30%)를 산화제로 이용한 산화공정과, 아세토니트릴(CH₃CN, acetonitrile)을 용매로 사용한 추출공정을 통해 산화 성능이 평가되었다. 그 결과, 금속산화물 촉매들 중에서는 30 WO_x/SiO₂ 촉매가 가장 뛰어난 성능을 보였으며 30 VO_x/SiO₂ 촉매가 가장 낮은 성능을 나타냈다. 담체의 다공성 구조가 미치는 영향을 확인한 결과, 20 WO_x/SBA-15 촉매가 30 WO_x/SiO₂ 촉매보다 낮은 담지량에도 불구하고 더 높은 산화 성능을 나타냈다. 30~90 °C의 반응 온도 범위 내에서는 반응 온도가 증가함에 따라 산화 성능도 향상되었으며 90 °C에서 가장 높은 산화 성능을 나타내었고 또한, 0.5~5 h의 반응 시간 범위 내에서는 3 h에서 가장 높은 산화 성능을 나타냈다. 본 연구에서는 20 WO_x/SBA-15 촉매를 사용할 경우, 90 °C의 반응 온도에서 3시간 동안 반응 시 66%의 가장 높은 탈황성능을 나타냈다.

참고문헌

1. Jiang, W., Zhu, W., Chang, Y., Chao, Y., Yin, S., Liu, H., Zhu, F. and Li, H., *Chem. Eng. J.*, **250**, 48-54 (2014).
2. Yang, Y.-z., Liu, H.-g. and Xu, B.-s., *New Carbon Mater.*, **29**(1), 1-14 (2014).
3. Ho, H. P., Kim, W.H., Lee, S.-Y., Son, H.-R., Kim, N.H., Kim, J.-K., Park, J.-Y. and Woo, H.C., *Clean Technol.*, **20**(1), 88-94 (2014).

리그닌과 셀룰로오스의 섭식 능력을 이용한 흰개미의 오일, 사료, 식용으로의 활용방안에 따른 온실가스 발생량 및 순환 효율성에 관한 평가

안혜진¹, 임성린^{1,*}
¹강원대학교 환경공학과

Greenhouse Gas Emissions and Material Circulation Efficiency of Lignin- and Cellulose-Fed Termite Used for Oil, Feed, and Food

Hye-Jin Ahn¹, Seong-Rin Lim^{1,*}

¹Department of Environmental Engineering, Kangwon National University

국제연합식량농업기구(FAO, United Nations Food and Agriculture Organization)의 보고서에 따르면 21세기 전 세계의 인구는 2050년 약 90억에 달할 것으로 예측되며, 이러한 인구팽창으로 인한 식량부족 및 사료공급의 문제는 생산 시 야기되는 탄소, 질소, 인의 손실로 인한 자원고갈 및 환경영향에 대한 우려와 함께 전 세계의 큰 관심사로 화두되었다. 또한, 식량작물인 대두, 유채, 팜을 이용한 식물성 바이오오일의 생산은 수급이 불안정한 석유자원을 대체할 친환경 에너지원이라는 장점이 있으나, 식량작물을 에너지작물로 활용함에 따라 개발도상국의 식량부족 문제가 심화되는 악효과를 야기했다. 이렇듯 현대사회가 직면한 복합적인 문제점을 해결하기 위해 전 세계적으로 새로운 미래자원에 대한 탐색이 이루어졌으며, 곤충이 하나의 유망자원으로서 새롭게 각광받기 시작하였다.

하지만 국내의 곤충산업은 곤충의 편협적인 활용방안에 국한되어 있고 연구대상도 극히 일부의 곤충에 한정되어 있다는 문제가 있다. 또한 곤충의 활용대상과 활용방안은 점차 다양화되고 있으나 이에 따른 환경영향 연구는 미흡한 실정이다. 뿐만 아니라, 곤충의 활용이 구체적으로 어떠한 환경적·경제적 이익을 창출할 수 있을지에 대해 정량화된 연구 역시 미흡하다.

다양한 곤충 중 흰개미의 경우, 해외에서는 이미 오래전부터 흰개미의 장내 미생물을 이용하여 바이오에탄올을 생산하는 방법에 대해 연구가 진행되어왔으나, 국내에서는 목재를 섭식하는 특성으로 인해 일반적으로 해충으로 여겨져 왔고 문화재와 목조건물의 보존을 위한 흰개미의 방제에 초점을 맞추어 연구가 많이 진행되어왔을 뿐 유용자원으로서의 흰개미의 잠재력에 대한 관심과 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 국내에 분포하는 흰개미 중 일본흰개미(*Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto)를 대상으로 흰개미가 주로 섭식하는 목재(리그닌)와 낙엽(셀룰로오스)을 먹이로 주어 대량사육 하였을 때, 생산되는 식용과 부산물 사료는 1 kg 생산 기준 온실가스 발생량을 각각 단백질 공급원(콩, 옥수수, 양돈, 육계)과 부산물 사료(대두박)의 경우와 비교하고, 곤충 오일은 1 MJ 생산 기준 온실가스 발생량을 식물성 바이오오일(대두유, 정제팜유, 유채유)의 경우와 비교하였다. 뿐만 아니라, 기존 제품과 흰개미의 활용방안에 따라 전과정 측면에서 Scope 3를 포함하는 생산단계에서 유실되는 C, N, P의 양을 정량화함으로써 추후 야기될 자원고갈 및 부영양화와 같은 환경문제의 완화 가능성과 물질의 순환효율을 평가하였다.

본 연구의 결과는 곤충산업에서 흰개미를 자원으로 활용 가능성에 대해 제안하며, 나아가 흰개미의 활용이 난분해성 물질인 리그닌과 셀룰로오스의 분해, 에너지자원의 생산, 개발도상국의 식량문제 완화 등 많은 이득을 줄 것으로 예상된다. 마찬가지로, 곤충산업에서의 온실가스 발생량 정량화 및 탄소, 질소, 인의 순환효율평가는 곤충연구에 대해 타당성을 부여하여 지속가능한 산업의 일환으로서 곤충산업의 활성화와 육성에도 기여할 것으로 예상된다. 또한, 본 연구에 사용된 순환평가지표는 목적 및 상황에 따른 탄소, 질소, 인의 유입과 유출 및 손실을 정량화할 수 있는 기초방안으로서 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

FCC Light Cycle Oil (LCO)의 선택적 수첨처리를 통한 BTX 제조 연구

오영석¹, 최예슬¹, 신재욱¹, 류혜원¹, 이정규^{1,*}¹동아대학교 화학공학과

벤젠, 톨루엔 및 자일렌(BTX)은 석유화학산업에서 중요한 기초 유분으로 주로 납사 개질 혹은 열분해 공정에서 생산된다. BTX의 수요는 세계적으로 꾸준히 증가하는 추세이며, 관련 연구 또한 활발히 진행 중이다. 한 예로, 나프탈렌과 같은 다환방향족 함량이 높은 저부가의 정유/석유화학 공정 부산물로부터 BTX를 제조하는 촉매공정기술이 개발되면 새로운 BTX 생산공정이 될 수 있을 것이다. 나프탈렌의 함량이 높은 공정 부산물로는 자일렌 추출 후 부산되는 C10⁺방향족, FCC Light Cycle Oil(LCO) 및 NCC 공정의 PFO(Pyrolysis Fuel Oil) 등이 있다. 본 연구에서는, 방향족과 함께 황 및 질소성분의 함량이 높은 LCO로부터 고부가의 경방향족 탄화수소를 제조하기 위한 선택적 수첨처리 촉매 및 반응조건을 실험하였다. 특히, 후속 수첨분해 공정에서 높은 BTX 수율을 얻기 위해, 수첨처리 공정에서는 높은 탈질 전환율과 함께 나프탈렌류와 같은 2-환 고리화합물을 선택적으로 수소화 시켜 1-환 고리화합물로 전환시키는 촉매의 개발 및 반응조건이 요구된다. 이러한 목적으로 나프탈렌과 벤조티오펜, 다이벤조티오펜 인들, 카르바졸 등으로 구성된 Model LCO Feed (MLF)를 이용하여 나프탈렌류의 선택적 수소화에 미치는 질소 화합물의 영향을 조사하고, 높은 탈질 전환율에서 나프탈렌류의 선택적 수소화가 가능한 촉매 및 반응 조건을 탐색하였다. 또한 실제 공정 LCO를 반응물로 이용하여 수첨처리-수첨분해 연계반응을 수행하여 수첨처리 조건이 최종 수첨분해반응에서 얻어지는 BTX 수율에 미치는 영향을 분석하였다.

참고문헌

1. Choi, Y., Lee, J., Shin, J., and Lee, J. K., *Applied Catalysis A: General*, **492**, 140-150, 2015
2. Lee, J., Choi, Y., Shin, J., and Lee, J. K., *Catalysis Today*, **265**, 144-153, 2016
3. Choi, K., Sano, Y., Korai, Y. and Mochida, I., *Applied Catalysis B: Environmental*, **53**, 275-283, 2004
4. Almarri, M., Ma, X., and Song, C., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **48**, 951-960, 2009

바이오부탄올 유래 혼합 부텐의 소중합 반응을 통한 항공유 합성

이동진¹, 오소향¹, 이철호¹, 전중기^{1,*}
¹공주대학교

Recently, direction of research conducted by leading aviation companies indicates that hydrocarbon biocomponents will be main biofuel used as aviation turbine fuel [1,2]. Recent advances in conversion of biomass to bio-butanol have added impetus towards development of processes for conversion of bio-butanol into hydrocarbons and synthetic chemicals. Butene's which are readily produced by dehydration of butanol could serve as ideal building blocks for production of jet fuels via oligomerization reactions [3]. In this study, synthesis of aviation-fuel through butene mixture oligomerization was studied to demonstrate the potential advantages of zeolite catalysts.

ZSM-5 with the different SiO₂/Al₂O₃ ratio were purchased from Zeolyst. Prior to the reaction, the catalysts were calcined in a muffle furnace at 550°C for 3 h to convert ammonium forms into protonated forms. BET, NH₃-TPD and pyridine-IR were used to study the structural properties of ZSM-5 catalysts with the different SiO₂/Al₂O₃ ratio. A catalyst (0.5 g) was placed in a fixed-bed reactor. In our previous study on butanol dehydration [4], a butene mixture (1-butene:2-butene = 1.0:1.3) could be obtained through 2-butanol dehydration over a mesoporous aluminosilica catalyst. Accordingly, a butene mixture composed of 43.5% of 1-butene (99%, Rigas Korea) and 56.5% 2-butene (99%, Rigas Korea) was used as a model reactant for oligomerization reaction. Oligomerization of mixed butene was carried out in a fixed bed continuous flow reactor equipped with a back pressure regulator (Fig. 1). The reaction temperature and pressure of the reaction were 350°C and 15bar.

Four ZSM-5 zeolites were compared in oligomerization of butene mixture under selected conditions (350°C, 1.5 MPa and WHSV = 10 h⁻¹). The ZSM-5 catalysts in the present study showed good catalytic activity, selectivity to jet-fuel (Fig. 1). ZSM-5(50) shows the best performance of quantitative conversion and yield for jet-fuel up to 6 h. It is noticeable that the ratio of branched/linear hydrocarbon reached 8.7 over the ZSM-5(50) catalyst. Because branched hydrocarbons have lower freezing points than those of linear hydrocarbons, the higher ratio of branched/linear hydrocarbon is beneficial for improvement of cold properties of jet-fuel. In consideration of stability during the oligomerization of butene mixture, ZSM-5(50) is one of the potential catalysts for the jet fuel synthesis through oligomerization of butene mixture exhibiting high stability and high yield.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(grant number 2015R1D1A1A01058354).

Reference

1. W. Dziegielewski, B. Gawron, U. Kazmierczak, and A. Kulczycki, *Journal of KONES*, **21**, 69-75 (2014).
2. M. Wright, B. Harvey, and R. Quintana, *Energ. Fuel.*, **22**, 3299-3302 (2008)
3. M. PETERS, and J. Taylor, *US Patent*, 20110288352A1 (2011)
4. S. Jeong et al., *Catal. Today*, **185**, 191-197 (2012)

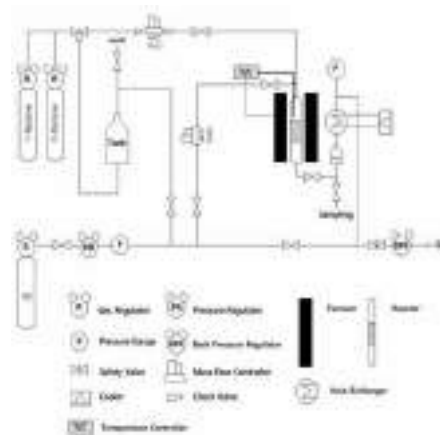


Figure 1. Scheme of the reaction system for the oligomerization of the butene mixture

Removal of HFC-134a from Brackish Water Using Semi Batch Jet Loop Reactor

Devi Marietta Siregar¹, Yong Sun Won¹, Tae Yoon Lee², Jae Keun Lee² and Jun Heok Lim¹
¹Department of Applied Chemical Engineering, Graduate School, Pukyong National University,
²Department of Environmental Engineering, Pukyong National University

HFC-134a usually exist as mixtures after use as refrigerants or foaming agents in hydrate formation method in producing treated water, it is necessary to separate because its potential harm. It was verified that more than 99 mol % HFC-134a could be obtained from gas mixtures after hydrate formation and subsequent dissociation processes. This study focuses on the safe and complete removal of HFC-134a gas from the brackish water obtained by hydrates formation using a jet loop reactor and additional air bubbling stone. Jet loop reactors has simple installation and operation, low investment and operating cost, low energy requirement than classical systems, can provide a very good gas dispersion, homogenous concentration and temperatures profile, has a high a performance at mixing and mass transfer. In this study, through gas chromatography, the overall HFC-134a was calculated with various parameters.

Keywords: HFC-134a, jet loop reactor, gas hydrate formation, brackish water.

해조류 바이오가스 삼중발전 시스템 모사

Ivannie V. Effendi¹, 유준^{1,*}
¹부경대학교 화학공학과

Simulation of Tri-Generation System Powered by Seaweed Biogas

Ivannie V. Effendi¹, Jay Liu^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Over the last fifteen decades, human activities have produced greenhouse gases which led to global warming. The largest source of these greenhouse gas emissions are from utilization of fossil fuels for heat, electricity, and transportation. One of the solutions for these problems is cogeneration of heat, electricity, and hydrogen using combined heat, hydrogen, and power (CHHP) system. Using biogas from brown algae (*Saccharina japonica*) as fuel, the system can reduce the greenhouse gas emissions. In this work, CHHP process with biogas as a fuel was simulated and optimized using Aspen Plus. The 3 MW system consisted of a solid oxide fuel cell (SOFC) and organic rankine cycle (ORC). By using water-gas shift reactor, the system will co-produce hydrogen.

Non-Catalyst Process of Furfural Synthesis from Xylose Under Biphasic Condition

Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Anh H. T. Vo^{1,2}, Tan Phat Nguyen^{1,2}, Bora Kim¹, Hong-shik Lee¹, Sangyong Kim^{1,2}, Jin Ku Cho^{1,2}

¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),

²University of Science and Technology (UST)

Nowadays, as the need of replacing the petroleum-based chemicals with bio-based ones, the conversion of xylose to furfural which is a high-value chemical derived from biomass. Currently, furfural from xylose has been produced via the utilization of highly corrosive and environmentally toxic mineral acids such as sulfuric acid or chloric acid, also heterogenous catalysts. From the standpoint of ecofriendly and benign approach, a non-catalyst process for the dehydration of xylose into furfural in the support of biphasic system was investigated. In this study, xylose as starting material was placed into a high pressure reactor under biphasic condition consisting of H₂O:CHCl₃(1:1). The results showed that xylose was completely converted and over 60% yield of furfural was achieved within 3 hours at 150°C. This greener protocol provides highly selective conversion of biomass to furfural as well as continuous extraction of product from the reaction mixture.

Keywords: Xylose, Furfural, Biphasic system, non-catalyst

Reference

1. Moller, M. et al., *RSC Adv.*, **3**, 22253-22260 (2013).
2. Weingarten, R et al., *Green Chem.*, **12**, 1423-1349 (2010).

Preliminary Effect Evaluations of Furandicarboxylate and Isosorbide Esters as Plasticizers, on Commercial Poly(vinylchloride)

TanPhat Nguyen^{1,2}, Bora Kim², Seok-Kyu Park², Hong-shik Lee², Jin Ku Cho^{1,2,*}

¹University of Science and Technology (UST),

²Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

2,5- and 2,3-Furandicarboxylates and isosorbide diesters, which are bio-based and have great potentials to replace health-harmful and eco-unfriendly phthalate ester plasticizers, were synthesized and their plasticizing properties on commercial poly(vinyl chloride) (PVC) matrix were investigated. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscopy (SEM), differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA) were methods to preliminarily evaluate the properties of THF solution-cast mixture of PVC powder and plasticizer. As a result, the morphology by SEM, and the absorption band shift of carbonyl C=O by ATR-FTIR denoted the good compatibility with PVC. In addition, by DSC the effects of lowering transition glass temperature when compared to pure commercial PVC could be observed. TGA revealed that the thermal degradation of plasticizer-polymer systems occurred in many stages and that all of them were stable up to about 180 °C. More mechanical methods are in need to perform in near future to draw comprehensive evaluations of the properties of these potential bio-based plasticizers on PVC matrix.

Keywords: bio-based, plasticizer, plasticizing effects, furan-2,3-dicarboxylic acid ester, furan-2,5-dicarboxylic acid ester, isosorbide ester, galactaric acid, dehydration, esterification, evaluation

리튬 이차전지 전해액 혼합물의 인화점 및 등온 기-액 평형

구지은¹, 오하영¹, 박소진^{1*}
¹충남대학교 화학공학과

Isothermal Vapor-Liquid Equilibrium and Flash Points for Binary Systems of Electrolyte Solutions of the Li-Ion Battery

Ji-Eun Gu¹, Ha-Young Oh¹, So-Jin Park^{1*}¹Department of Chemical Engineering, Chungnam National University

Since the 1980s, the research on the field of secondary batteries based on lithium-ion battery has been received attention, because it used in various fields such as power source for electric vehicles and electric energy storage from solar and wind energy sources. Recently, lithium-ion batteries have been developed lightweight, high energy density as large-scale energy storage and have demonstrated advantageously long to use. Electrolytes are the important elements of lithium-ion battery and some characteristics of lithium-ion battery, such as life time, specific power and good performance at low and high temperature are largely dependent on the electrolyte, i.e., the combination of the electrolytes. Therefore it is important to know characteristics of electrolytes and the mixture of electrolyte and additives. The aim of this study is to determine thermodynamic equilibrium data of binary mixtures for organic solvents of electrolytes. In detail, the isothermal binary vapor-liquid equilibrium data of dimethyl carbonate (DMC), diethyl carbonate (DEC), γ -butyrolactone (GBL) and propylene carbonate (PC) mixtures were reported by headspace gas chromatography (HSGC). The experimental VLE data were correlated with the Wilson, NRTL and UNIQUAC activity coefficient model. In addition, flash point for the same binary systems were determined and correlated.

메조포러스 니켈-망간 산화물을 이용한 과산화수소 분해

김민준¹, 서명기¹, 이관영^{1,2,*}

¹고려대학교 화공생명공학과,

²고려대학교 그린스쿨 융합대학원

과산화수소는 뛰어난 산화 능력을 갖고 있는 친환경 물질로 표백, 소독, 화학 반응을 위한 산화제 등 다양한 용도로 활용된다. 최근에는 바이러스를 제거하기 위한 멸균 물질로서의 활용성이 높아지고 있는데, 에틸렌 옥사이드와 같은 타 화학 멸균 물질에 비하여 안전하며 바이러스 멸균 능력 또한 높은 장점을 가지고 있다. 과산화수소 멸균 시스템은 과산화수소 증기화, 멸균, 기상 과산화수소 제거의 과정으로 구성되며 과산화수소 제거 과정은 안전 농도인 1 ppm 이하까지 낮춰야 하는 필수적인 단계이다. 이 단계는 전체 멸균 시스템의 시간 중 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 과산화수소 제거 시간을 단축시켜 멸균 시스템의 효율을 높이는 것은 중요하며 이를 위하여 과산화수소 분해 촉매의 개발이 필요하다.

전이 금속 산화물은 다양한 산화수를 가질 수 있기 때문에 과산화수소 분해 활성을 가질 수 있으며 특히 망간 산화물은 대표적인 분해 촉매이다. 일반적으로 높은 온도의 소성 과정을 거쳐 합성된 망간 산화물은 비표면적이 10 m²/g 이하의 작은 값을 가지기 때문에 촉매 활성 증진을 위해서는 고비표면적의 망간 산화물 촉매 합성이 필요하다. 하드 템플레이트 (나노 캐스팅)은 SBA-15, KIT-6와 같은 메조포러스 실리카를 템플레이트로 하여 메조포러스 금속 산화물을 합성하는 방법으로 이를 사용하여 과산화수소 분해 촉매로 KIT-6를 템플레이트로 사용한 망간 산화물이 적용된 바 있다^[1]. 또한 이성분계 금속 산화물이 단일 금속 산화물에 비하여 전자 이동성이 증가하여 과산화수소 분해 반응 활성이 더 크다고 보고 되었다^[2].

따라서 본 연구에서는 하드 템플레이트 방법을 이용한 메조포러스 니켈-망간 산화물을 합성하여 과산화수소 분해 반응에 적용하고자 한다. 니켈/망간의 비율을 조절하였을 때 달라지는 반응 활성을 확인하고 특성화 분석을 통하여 니켈/망간의 비율이 촉매 특성에 미치는 영향 및 과산화수소 분해 활성과 특성사이의 연관성을 규명하는 것을 목표로 한다.

참고문헌

1. Jin, M. et al., *J. Porous Mater.*, **20**, 989-995 (2013)
2. Hasan, M. et al., *Appl. Catal. A: Gen.*, **181**, 171-179 (1999)

Pb Nanoparticles on Mesoporous Carbon for Advanced Lead-Acid Battery

Bo-Rim Kim¹, Ji-Hyun Jung¹, T.Sadhasivam¹, Ho-Young Jung^{1,*}

¹Department of Environment & Energy Engineering, Chonnam National University

Reducing crystallization of PbSO₄ in negative electrode during unit cell operation, Lead nanoparticles were combined on mesoporous carbon (MPC) using chemical reduction process for advanced lead acid battery (Ad-LAB) systems. By X-ray diffraction analysis, the structural analysis of Pb, MPC, and Pb on MPC have been verified. The specific surface area (SSA) and pore size distribution of MPC and Pb on MPC has been obtained through Brunauer-Emmett-Teller measurements. The SSA of MPC and Pb on MPC is 245.38 and 32.42 m² g⁻¹, respectively. In Addition, the incorporation of Pb on MPC has been verified by the microstructural analysis of high resolution transmission electron microscopy. The obtained particle sizes of the Pb nanoparticles are ~5 nm. Based on the structural, microstructural and cyclic voltammetry analysis, we suggest that Pb on MPC can be an efficient active material for negative electrode in Ad-LAB systems.

Refernce

1. M. Hook, X. Tang, *Energy Policy*, **52**, 797-809 (2013).
2. T. Sadhasivam, K. Gurunathan, *Adv. Sci. Eng. Med.*, **7**, 1-12 (2015).
3. X. Zou, Z. Kang, D. Shu, Y. Liao, Y. Gong, C. He, J. Hao, Y. Zhong, *Electrochim. Acta.*, **151**, 89-98 (2015).
4. A. Khaligh, Z. Li, *IEEE T. Veh. Technol.*, **59**, 2806 (2010).
5. J. Aghaei, A.E. Nezhad, A. Rabiee, E. Rahimi, *Renew. Sust. Energy Rev.*, **59**, 450-458 (2016).
6. R.D. Kumar, Y. Andou, M. Sathish, S. Karuppuchamy, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, **27**, 2926-2932 (2016).

Furfuryl alcohol 생산을 위한 Reactive Distillation

김종환¹, 레카오니엔¹, 구웬롱¹, 이문용¹
¹영남대학교

Reactive Distillation Process for the Production of Furfuryl Alcohol

Jonghwan Kim¹, Le Cao Nhien¹, Van Duc Long¹, Moonyong Lee¹
¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University

Furfuryl alcohol (FUROL) plays a vital role in the production of foundry sand binders, extensively used to produce cores and molds for metal casting. It is manufactured industrially from furfural, which is produced from agricultural materials, therefore FUROL can be considered a green chemical. FUROL is generated by furfural hydrogenation in a gas phase packed bed reactor with high selectivity and conversion. Subsequently, it is separated from furfural and by-products in a distillation column. In this study, a continuous reactive distillation process using copper chromite catalysts to produce FUROL from furfural was proposed. Compared with the conventional reactor process, the novel reactive distillation process is a better process alternative, requiring simpler units and much less energy requirements.

This work was supported by the National Research Council of Science & Technology (NST) grant by the Korea government (MSIP) (No. CAP-11-04-KIST).

Performance of Pb/C Battery with Graphite Sheets on Negative Electrode

Mi-Jung Park¹, Ho-Young Jung^{1,*}

¹Department of Environment & Energy Engineering, Chonnam National University

The performance of Pb/C battery are evaluated and the stability of graphite sheets for negative electrode are confirmed . The crystallinity and surface morphology of graphite sheets are confirmed by XRD and SEM analysis before and after the operation of Pb/C battery. Also, The cell performance are confirmed by cell test and impedance analysis. Pb / C battery with graphite sheets for negative electrode can be successfully operated at constant discharge voltage. This is because amorphous activated carbon layer on the surface of graphite sheet enhance adsorption/desorption reactions of hydrogen. This can also lead the superiority of charge acceptance compared with conventional Pb/C battery. As a result, it can be concluded that graphite sheets can be applied to Pb / C battery for the higher power and better charge acceptance.

Reference

1. E.Kato and S.Tanaka, *Journal of Power Sources*, **88** 98-100 (2000).
2. Y.Nakayama and K.Kishimoto, *Journal of Power Sources*, **107**, 192-200 (2002).

재생 ITO 나노입자를 이용한 용액기반 유연 투명 히터의 특성

김채원^{1,2}, 이미정², 이재용³, 홍성제¹
¹전자부품연구원, ²국민대학교, ³(주)한청알에프

Characteristics of Solution-Processed Flexible Transparent Heater by Using Reused ITO Nanoparticles

Chaewon Kim¹, Mijung Lee², Jae Yong Lee³, Sung-jei Hong¹

¹Korea Electronics Technology Institute (KETI), ²Kookmin University, ³Hanchung RF Co. Ltd.

투명전극으로 가장 널리 사용되는 ITO는 높은 투과도와 낮은 저항 특성을 가지고 있다. 하지만 Indium의 가격이 점점 상승함에 따라서 ITO를 대체할 새로운 물질을 찾기 위한 다양한 실험들이 진행되고 있다. 우리 실험에서는 새로운 대체 물질을 찾기보다는 다른 관점에서 사용후 ITO 스크랩을 재생할 수 있는 방법에 초점을 맞추었다. 그리고 재생한 ITO 나노입자는 silver nanowires (Ag NWs)와 함께 적층 구조로 제작하여 hybrid 투명전극을 만들었다. 1 layer (Ag NWs), 2 layer (Ag NWs/ITO-NPs, ITO-NPs/Ag NWs), 3 layer (ITO-NPs/Ag NWs/ITO-NPs)의 구조로 hybrid 투명전극을 제작하였고, 각 샘플의 전기적 특성 및 광학적 특성, 그리고 히터 특성을 확인하였다. 이 중에서 가장 특성이 좋은 3 layer 투명 전극은 NOA63을 이용하여 전사하였고, 이를 통해 유연 투명전극을 만들었다. NOA63을 통해 전사된 유연 투명전극은 36.5 ± 4.9 ohm/sq의 면저항이 확인되었으며, 86.6%의 투과도가 확인되었다. 또한, bending cycle 100회 전과 후의 저항이 거의 변함이 없는 것을 확인하여 유연 투명전극으로써의 적합한 특성을 가지는 것을 확인하였다. 히터 특성은 인가하는 전압에 따라 히터의 온도가 증가하는 것을 확인하였고, 전압에 따라 온도를 조절할 수 있는 결과를 확인하였다. 또한, 15 V에서 약 90도의 온도를 확인하였으며 이는 wearable electronics 등의 다양한 분야에 적용될 수 있는 특성으로 판단된다.

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10048248).

포스터세션 II

3월 30일(목) 09:00~12:00

부산 웨스틴조선호텔 Orchid 복도 및 Foyer

3리터급 승용디젤엔진 매연여과장치의 재생평형온도 성능개선 연구

고아현¹, 우영민^{1*}, 장진영¹, 정용진¹, 박종수¹, 이영재¹
¹한국에너지기술연구원

Enhancement of Balance Point Temperature for Diesel Particulate Filter System of a 3 Liter Passenger Diesel Vehicle

Ahyun Ko¹, Youngmin Woo^{1*}, Jinyoung Jang¹, Yongjin Jung¹, Jongsoo Park¹, Young Jae Lee¹
¹Korea Institute of Energy Research

자동차에서 배출되는 매연을 저감하기 위한 배기가스 규제가 점차 강화됨에 따라 최근 생산되는 대부분의 디젤자동차는 매연여과장치를 부착하고 있다. 하지만, Euro5 규제가 시행된 2009년 이후의 디젤자동차는 대부분 매연여과장치를 부착하고 있으나, 그 이전 규제단계에서 생산된 자동차의 경우 매연여과장치를 부착하고 있지 않으며, 심지어 엔진이 노후화 되며 매우 높은 입자상물질을 배출하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 미세먼지 저감을 위해서는 반드시 노후화된 디젤차량에 대한 매연여과장치의 부착이 필요하지만, 매연여과장치의 재생(Regeneration)을 위한 추가적인 기술개발이 필요한 실정이다. 매연여과장치가 장착되어 생산되는 제작차의 경우, 연료 후분사 기술을 이용하여 매연여과장치 내 일정 수준 입자상물질이 포집되었을 때마다 재생이 가능하지만, 이미 생산된 기존 차량의 경우 후분사를 통한 강제재생이 불가능하므로 배기가스온도에 의한 자연재생에만 의존해야 하는 실정이다. 특히, 저속운행 위주의 운행패턴을 가진 디젤자동차의 경우 매연여과장치의 막힘에 의해 엔진전체 고장으로 이어질 수 있으므로 더욱 중요하다고 할 수 있으며, 낮은 재생평형온도를 가지는 매연여과장치를 제작차에 적용할 경우, 재생을 위한 연료 후분사 빈도를 낮춤으로써 차량 전체의 연료소모량을 낮추는 효과 또한 기대할 수 있다.

따라서, 매연여과장치로 유입되는 입자상물질의 양과 재생되어 배출되는 양이 동일하여 매연여과장치 내 포집되어 있는 입자상물질의 총량이 일정하게 유지되는 재생평형온도를 일반적인 승용 디젤자동차의 배기가스 온도 범위까지 낮추는 것이 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 5기통 2.7리터 승용 디젤엔진에서 후처리장치 내 유입되는 배기가스의 균일도를 높여주기 위한 Mixer에 대한 성능검증 및 디젤산화촉매(Diesel Oxidation Catalyst)와 매연저감장치의 특성이 재생평형온도에 미치는 영향과 배기가스 저감 특성에 관하여 연구하였다. 또한, 후처리장치를 기존 엔진에 추가적으로 설치할 경우 발생할 수 있는 배압에 의한 엔진성능악화부분을 관찰하기 위하여 흡기압력변화, 연료소모량변화 등을 관찰하였다. 연구결과 Mixer를 설치할 경우, DPF로 유입되는 입자상물질의 균일도가 높아져 더 넓은 면적에서 입자상물질의 재생이 발생하는 것으로 추정되며, 그 결과로써 재생평형온도가 감소하는 특성을 확인하였다. 미연소탄화수소(THC) 및 일산화탄소(CO)의 저감율은 Mixer의 존재유무에 관계없이 동등수준으로 나타났으며, 배압증가에 의한 연료소모율 변화는 차이가 없는 것으로 확인되었다.

본 연구는 환경부 Global-Top Project 친환경자동차기술개발사업단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

염화철 에칭 용액 재생을 위한 액상 및 고상 산화제를 이용한 산화공정에 대한 연구

김대원¹, 박일정^{1*}, 김건홍¹, 채병만², 이상우², 최희락³, 정항철¹
¹고등기술연구원 신소재공정센터, ²(주)케이엠씨, ³부경대학교 신소재공학부

A Study on the Oxidation Process for the Etching Solution Regeneration of Ferric Chloride Using Liquid and Solid Oxidizing Agent

Dae-Weon Kim¹, Il-Jeong Park^{1*}, Geon-Hong Kim¹, Byung-man Chae², Sang-Woo Lee²,
Hee-Lack Choi³, Hang-Chul Jung¹

¹Advanced Materials and Processing Center, Institute for Advanced Engineering(IAE),
²KMC CO., LTD., ³Department of Materials System Eng., Pukyong University

철, 구리, 알루미늄, 니켈 등의 금속을 에칭하기 위한 에칭액으로 FeCl₃ 용액이 사용되며, 에칭 과정에서 Fe³⁺가 Fe²⁺로 환원되면서 에칭속도를 저하시키고, 에칭효율이 감소하게 된다. 또한 에칭 후 발생하는 염화철 에칭폐액은 환경적, 경제적으로 문제를 지니기 때문에 에칭액을 재생하여 재사용 할 필요가 있다. 본 연구에서는 FeCl₂ 용액에 HCl을 첨가한 후, 산화제로 H₂O₂, NaClO₃를 첨가하여 용액 내 Fe²⁺를 산화시켰으며, 산화과정에서 산화-환원전위(ORP)와 산화율간의 관계를 조사하였다. ORP는 H₂O₂와 NaClO₃의 농도가 증가함에 따라 증가하였으며, 산화가 진행되면서 점차 감소하여 산화가 완료된 후에 일정한 ORP를 유지하였다. Nernst 식과 일치하는 결과를 보였다. 또한 충분한 양의 HCl 및 H₂O₂, NaClO₃를 첨가하였을 경우, 약 99% 이상 산화가 이루어짐을 알 수 있었다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20165020301150).

참고문헌

1. Lee, H. M. et al., *Korean Chem. Eng. Res.*, **50**(2), 211-216 (2012).
2. Allen, D. M., and Ler, L. T., *J. Environ. Monit.*, **1**, 103-108 (1999).
3. Lee, H., et al., *Appl. Chem. Eng.*, **24**(1), 67-71 (2013).
4. Ler, L. T., MS Dissertation, Cranfield Institute of Technology, Bedford (1993).
5. Allen, D. M., and Ler, L. T., *PCMI Journal*, **59**, 3-7 (1995).
6. Ler, L. T., Ph.D. Dissertation, Cranfield Institute of Technology, Bedford (1998).

니켈을 함유한 이차전지 공정 스크랩에서 니켈 회수에 대한 연구

김대원¹, 정향철¹, 양대훈², 최희락³

¹고등기술연구원 신소재공정센터, ²(주)지엠텍, ³부경대학교 신소재공학부

A Study on Nickel Recovery in Secondary Battery Process Scraps Containing Nickel

Dae-Weon Kim¹, Hang-Chul Jung¹, Dae-Hoon Yang², Hee-Lack Choi³

¹Advanced Materials and Processing Center, Institute for Advanced Engineering(IAE),

²GM-Tech CO., LTD., ³Department of Materials System Eng., Pukyong University

유가금속인 니켈 및 코발트가 함유된 이차전지 공정 스크랩의 재활용 연구의 일환으로서 수소 및 탄소 환원 처리한 Ni-Co-Mn 황산침출액에 대하여 유가금속을 회수 분리하기 위하여 여러 용매를 이용한 용매추출 연구를 실시하였다. 망간과 니켈의 비 (Mn/Ni)가 높을 경우에는 코발트와 망간에 대한 분리계수가 <10 이하로 코발트와 니켈의 분리가 원활하게 이루어지지 않았다. 그러나 강산화제인 과망간산칼륨 및 이산화염소를 사용하여 망간을 다수 제거한 용액 (Mn/Ni=5% 이하 용액)을 이용하여 용매추출을 실시한 결과, 30vol%의 D2EHPA를 이용하여 5회 걸친 추출을 통하여 망간은 거의 제거되었으며, 코발트 및 니켈을 추출율은 10-20%를 나타내었다. 그리고 망간을 완전 제거한 용액에서는 15% Cyanex272를 이용하여 O/A=2, 초기 pH=5.5의 조건에서 코발트는 거의 추출되었으며, 니켈은 약 7% 미만으로 추출되어 니켈과 코발트가 효율적으로 분리되었다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 2016502101280)

참고문헌

1. H. C. Jung et al., *J. Korean Powder Metallurgy Institute*, **17**(3) 175-189 (2010)
2. H. K. Park, *J. Korean Electrochem. Soc.*, **11**(3), 197-210 (2008)
3. H. S. Hong et al., *Trend in Metals & Materials Engineering*, **24**(1), 26-32 (2011)
4. G. C. Shim, *Trend in Metals & Materials Engineering*, **24**(6), 49-64 (2011)
5. P. Zhang et al., *Hydrometallurgy*, **47**, pp. 259-271 (1998)

차량용 Zero-Emission 무시동 전기 히터 개발

우영민¹, 장진영^{1,*}, 김강출¹, 조종표¹, 임재완²

¹한국에너지기술연구원, ²에코플러스

Development of Zero-Emission Electric Air Heater for Vehicle

Youngmin Woo¹, Jinyoung Jang^{1,*}, Gangchul Kim¹, Chongpyo Cho¹, Jaewan Lim²

¹Korea Institute of Energy Research, ²Ecoplus

무시동 히터는 겨울철에 차량이 오랜 시간 정차하는 경우 차량내부의 난방을 위해서 사용되는 것으로, 시동을 걸어둔 상태로 냉각수의 온기를 이용하여 차량내부의 난방을 하는 경우 소비되는 연료의 양이 많다. 이는 엔진의 특성상 온전히 열에너지로 변환 시키는 것이 아니라 일부는 기계적인 에너지로 사용되고 일부는 배기가스로 버려지기 때문이다.

엔진에서 공급된 에너지의 34~45%가 기계적인 일로 사용되고, 30~40%가 배기가스로 버려지고, 15~20%가 냉각수, 엔진오일, 방열 등을 통해 버려지게 된다. 이중 냉각수로 버려지는 열에너지를 사용하여 차내의 공기를 따뜻하게 유지 시켜주는 것이 자동차에서 히터의 역할이다.

따라서 공회전을 통해 냉각수의 온도를 유지시키면서 난방을 한다면 80%이상의 에너지를 버리는 비효율적인 난방방법이다. 따라서 열에너지를 70%이상 사용할 수 있는 무시동 히터는 장시간 정차하는 동안에 꼭 필요한 장치이다.

무시동 히터는 냉각수 가열방식과 공기 가열방식으로 나눌 수 있고, 사용에너지 측면에서는 연료사용방식과 전기사용방식으로 나눌 수 있을 것이다. 냉각수 가열방식은 무시동 히터를 이용하여 차량의 냉각수를 가열시켜 엔진의 시동성을 향상시키면서 차량난방을 하는 것을 목적으로 사용된다. 공기 가열방식은 차량난방을 위해서만 사용되는 것으로 차량내부의 공기를 가열하여 순환시키는 것이다.

무시동 히터 중 연료사용방식은 연료를 사용하여 공기를 가열하거나 냉각수를 가열하는 것이므로 배기가스가 발생되기 마련이다. 배기가스의 양이 엔진을 무부하상태로 운전하는 것 보다는 적지만 여전히 일정량이 배출되게 된다.

따라서 본 연구는 배기가스가 전혀 발생하지 않는 전기식 무시동 히터를 개발하는 것이다. 전기식 무시동 히터의 적용 대상은 고속버스이며, 버스의 난방 조건은 외기온도 0℃, 차내온도 25℃ 유지이다. 전기식 무시동 히터의 전원으로 3kW 정도의 배터리가 필요할 것으로 보이며, 배터리와 냉각수의 열을 이용하여 운행 중 잠시 정차하는 시간인 최대 50분 동안 차내 온도를 25℃로 유지할 수 있다.

본 연구는 중소기업청 산연협력과제의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

온실가스 저감을 위한 RE-EV 용 엔진 성능 개발

장진영¹, 우영민^{1*}, 김강출¹, 조종표¹, 정용진¹, 한명훈², 이승철²

¹한국에너지기술연구원, ²블루플래닛

Development of Engine Performance for RE-EV to Reduce Greenhouse Gas

Jinyoung Jang¹, Youngmin Woo^{1*}, Gangchul Kim¹, Chongpyo Cho¹, Youngjin Jung¹, Myunghoon Han², Seungcheol Lee²

¹Korea Institute of Energy Research, ²Blueplanet

자동차에서 배출되는 온실가스를 저감하기 위하여 내연기관을 기반으로하는 차량에서 모터와 함께 내연기관을 사용하는 하이브리드 자동차가 등장하였고, 최근에는 내연기관을 완전히 배제한 전기차의 보급을 확대하려는 노력을 하고 있다. 하지만 배터리 용량의 한계로 대부분의 전기차의 주행가능 거리가 150 km 내외이다. 또한 여름철 에어컨 사용시, 겨울철 히터 사용시에는 주행가능 거리가 더 짧아지는 문제도 가지고 있다. 만일 50리터의 연료를 싣고 주행하는 가솔린 차량과 동등 수준의 주행거리를 전기차에서 얻으려면 배터리의 무게가 600~1000 kg 에 이르기 때문에 전기차의 주행거리를 배터리만으로 늘리는 것에는 한계가 있다. 따라서 이러한 부분을 해소하고 주행거리를 늘릴 수 있도록 차량에 소형발전기를 탑재한 차량이 개발되어 전기차의 주행중 배터리 충전량이 일정 수준이하로 떨어지는 경우 배터리를 재충전하여 주행을 계속할 수 있도록 보조하고 있으며, 이를 RE-EV라고 하고 있다. RE-EV 용 소형발전기로는 엔진 발전기와 터빈 발전기를 사용할 수 있으나 대부분 가솔린 4행정 엔진 발전기를 채택하고 있다. 디젤 엔진과 2행정 엔진 그리고 로터리 엔진의 경우 배출가스 기준을 맞추기 어렵고, 터빈 발전기의 경우 개발의 부담으로 인해 사용하지 않고 있다. RE-EV용 엔진은 NVH가 중요하기 때문에 가능하면 저속으로 운전하는 것이 필요하다[1]. 하지만 엔진의 출력은 엔진회전수가 높을수록 커지는 경향이 있기 때문에 저속으로 운전하면서 필요한 출력을 만들기 위해서는 기존의 엔진보다 더 큰 용량의 엔진을 사용해야할 필요가 있다.

본 연구에서는 2기통 0.6 L 가솔린 엔진에서 저속 운전 구간에서의 출력 향상이 가능한 엔진 성능개발을 목적으로 하고 있으며, 이를 위하여 흡기 밸브 타이밍 변경, 흡기관 길이 변경, 배기 매니폴드 형상변경을 하였다. 실험 결과 흡기 밸브 밸브 타이밍을 진각한 경우 고속에서의 출력감소 현상을 보였으며, 흡기관 길이 변경은 효과가 미미했다. 배기 매니폴드 형상변경은 거의 전구간에서 출력이 향상된 모습을 보였다.

본 연구는 환경부 Global-Top Project 친환경자동차기술개발사업단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bassett, M. et al., "Design of a Dedicated Range Extender Engine," SAE Technical Paper 2011-01-0862, 2011, doi:10.4271/2011-01-0862

국내의 이륜자동차 배기배출물 규제 현황

정용진^{1*}, 김강출¹, 조종표¹, 표영덕¹, 고아현¹, 김해광²

¹한국에너지기술연구원, ²충북대학교

Emission Regulations for Motorcycles

Yongjin Jung^{1*}, Gangchul Kim¹, Chong Pyo Cho¹, Young Dug Pyo¹, Ahyun Ko¹, Hae Kwang Kim²

¹Korea Institute of Energy Research, ²Chungbuk National University

이륜자동차(Motorcycle)는 사륜자동차에 비해 좁은 도로에서의 이동이 용이하고, 연료 및 유지보수에 대한 비용이 낮아 배달용, 출퇴근용으로 주로 이용된다. 국내 이륜자동차의 등록 대수는 2003년 약 173만대에서 2015년 약 216만대로 증가하는 추세에 있으며, 육상 교통 수단으로 당당히 자리매김하고 있다 [1]. 특히 배기량 50 cc 미만의 차종은 감소 추세인 반면, 50 cc 이상의 차종은 계속 증가 추세에 있어 이륜자동차에서 발생하는 환경 오염물질에 대한 관리가 필요한 실정이며 이에 대한 관심도 높아지고 있다.

유럽의 경우 Regulation (EU) No 168/2013의 Article 4와 Annex I에서 이륜/삼륜/사륜자동차를 L-Category로 규정하고 있으며, 바퀴수, 배기량, 최고속력, 출력 및 기타 사항을 기준으로 세부적으로 분류하고 있다. 이 분류를 바탕으로, Annex VI에서는 배출물 기준(Pollutant emission limit values), 자기진단장치 역치 (On-board diagnostics thresholds) 및 소음 기준 (sound-level limit)를 명시하고 있다. 규제 배출물로는 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물 그리고 입자상 물질 등이 있으며, 현재 Euro 4 기준을 채택하여 적용하고 있다. Euro 4 기준의 경우, 상기의 분류에 따라 Test cycle이 다르며, ECE (Economic Commission for Europe) R47, WMTC (World harmonised Motorcycle Test Cycle) stage 2, ECR R40을 바탕으로 하며, 이는 앞선 법령의 보완 법령인 COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No 134/2014의 Annex II와 Appendix 6에 잘 나타나 있다. 한편, 2020년부터는 Test cycle을 WMTC stage 3 (revised WMTC)로 통일하고, Euro 5 배기배출물 기준을 적용하게 된다.

우리나라의 경우 대기환경보전법 시행 규칙 제62조 별표 17의 제작차배출허용기준에 명시된 대로 2017년 Euro 4에 상응하는 기준을 채택하여 적용하고 있으며, 배기량 및 최고속도를 기준으로 일산화탄소, 탄화수소(배기관 가스, 증발 가스), 질소산화물 등을 규제하고 있다. 측정 방법의 경우 앞서 유럽의 ECE R40, ECR R47, WMTC를 사용한다. 2020년부터는 Euro 5 배기배출물 규제 기준이 적용될 예정이며, 단일화된 배기배출물 기준과 측정 방법(WMTC)을 사용한다.

본 연구는 환경부 Global-Top Project 친환경자동차기술개발사업단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 2016 국토교통통계연보, 국토교통부, p. 760

온실가스 저감을 위한 RE-EV용 엔진 흡배기 시스템 개발

정용진¹, 장진영^{1*}, 우영민¹, 김강출¹, 조종표¹, 한명훈², 이승철²

¹한국에너지기술연구원, ²블루플래닛

Development of Intake/Exhaust System for RE-EV Engines to Reduce Greenhouse Gases

Youngjin Jung¹, Jinyoung Jang^{1*}, Youngmin Woo¹, Gangchul Kim¹, Chongpyo Cho¹, Myunghoon Han², Seungcheol Lee²

¹Korea Institute of Energy Research, ²Blueplanet

전기차의 1회 충전당 주행가능 거리는 배터리의 단위 무게 및 부피당 출력 한계로 인해 기존의 내연기관 자동차 및 하이브리드 자동차에 비해 현저히 떨어지고 있다. 이로 인해 운전자들이 장거리 주행을 원할 경우 주기적으로 충전을 해야 하고 충전시간이 오래 걸리는 등 번거로움이 발생한다. 예를 들어 동등한 크기 및 무게를 가진 차량에서 50리터의 연료를 가진 가솔린 자동차와 같은 주행거리를 얻기 위해서는 전기 자동차 배터리의 무게가 최대 600 kg 까지 요구된다.

이러한 전기자동차의 주행거리에 대한 문제점을 극복하기 위하여 차량 내부에서 배터리를 충전할 수 있도록 소형 발전기를 탑재하는 기술이 연구 중이며, 이러한 주행거리 연장 전기자동차(RE-EV; Range Extended - Electric Vehicles)에 대한 관심이 증대되고 있다. RE-EV에는 모터의 출력 및 배터리 용량에 따라 10 ~ 25 kW 등의 다양한 출력 범위의 발전기가 탑재된다. 발전기로는 주로 4기통 가솔린 엔진이 많이 사용되고 있으며, 2행정 엔진 및 디젤 엔진, 그리고 터빈 엔진은 배출가스 규제 만족의 어려움 및 가격적인 문제로 인해 배제되고 있는 실정이다.

자동차용 엔진과 달리, RE-EV를 위한 발전용 엔진은 운전 구간을 발전 성능에 최적화할 수 있기 때문에 효율 증대의 잠재력과 가능성을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 2기통 0.6 L 가솔린 엔진을 바탕으로 흡/배기 시스템을 최적화하여 발전 성능을 극대화 할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 흡기 매니폴드의 러너를 길게 하였을 때, 엔진회전수가 높은 운전영역에서 성능 향상이 나타났다. 배기 매니폴드 형상을 개선하여 기통간 간섭을 줄이고 충전효율을 증가하였다.

본 연구는 환경부 Global-Top Project 친환경자동차기술개발사업단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

난연 특성이 부여된 유해물질 차폐용 직물의 제조 및 특성 연구

김은지¹, 백인규¹, 양성용², 박재형^{1*}
¹한국신발피혁연구원, ²영풍화성(주)

Fabrication and Characterization of Hazardous Materials Shielding Fabrics with Flame Retardant Properties

Eun Ji Kim¹, In Kyu Paik¹, Sung Yong Yang², Jae Hyung Park^{1*}

¹Korea Institute of Footwear & Leather Technology, ²Yong Pong Coating & Textile Co., LTD.

유해 화학 폐기물과 관련하여 2011년 일본 후쿠시마 원전사고, 2012년 구미 불산 가스 누출 사고 등의 유해화학 물질의 발생이 전 세계적으로 빈번하게 발생되고 있으며 국내 원전 시설의 증설과 방폐장 건설로 인해 기존 원전 시설 및 병원 등에서 발생하는 산업폐기물의 처리와 운송, 저장, 보관 등에 적용하기 위한 포장 용기 제품의 개발이 요구되고 있다. 현재 방사능 및 유해 폐기물 수송용 제품의 국내 기술 수준을 살펴보면 기본적인 기능성(발수성, 경량감 등) 정도만 보유한 제품을 소량 납품하고 있는 실정으로 난연 특성 등의 고 기능성을 부여한 유해물질 차폐용 직물의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 방사선 차폐 기능을 가지는 직물에 난연 특성을 부여하여 난연 특성의 유해물질 차폐용 직물을 제조하고 그 특성을 살펴보고자 한다.



<Flexible Intermediate Bulk Container(FIBC)>

실 험

난연 특성을 가지는 유해물질 차폐용 직물의 제조를 위해 먼저 고강력 PET 저수축사에 TPU 사코팅을 하여 고강력 코팅사를 제조하고 이를 복합 직물로 제작하여 원단을 제조하고 그 위에 방사능 차폐 기능을 가지는 기능성 무기물(텅스텐, 비스무스 등)이 배합된 PU 수지를 knife over-roll 방식으로 코팅한 다음 난연 특성을 가지는 용액형 PU 수지를 제조하여 박막 코팅함으로써 최종 제품을 얻는다.



<난연 특성의 유해물질 차폐용 직물 구조 & Knife over-roll 코팅 방식>

바이오매스 타르 수증기 개질에서 촉매제조법과 조촉매 (Ce, Dy) 효과

윤상준^{1,*}, 박서윤¹, 오건웅¹, 라호원¹, 서명원¹, 문태영¹, 이재구²
¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실, ²한국에너지기술연구원 FEP융합연구단

The Effect of Preparation Method and Promotor (Ce, Dy) on Steam Reforming of Biomass Tar

Sang Jun Yoon^{1,*}, Seo Yun Park¹, Gunung Oh¹, Ho Won Ra¹, Myung Won Seo¹, Tae Young Mun¹,
Jae Goo Lee²

¹Clean Fuel Research Laboratory, Korea Institute of Energy Research,

²Future Energy Plant Convergence Research Center, Korea Institute of Energy Research

바이오매스의 가스화 공정에서 생성되는 합성가스의 활용을 위해서는 합성가스와 함께 생성되는 타르의 제거가 필수적이며, 중요하다. 본 연구에서는 바이오매스 타르의 대표물질인 톨루엔을 대상으로 촉매를 적용한 수증기 개질반응 실험을 수행했다. 촉매는 함침법과 다단함침법으로 제조하였으며, 조촉매로 희토류 원소(Ce, Dy)를 Ni/Al에 첨가하여 비교하였다. 제조된 촉매는 반응온도 400-800°C, 공간속도 10000hr⁻¹, steam/toluene ratio 25의 조건에서 실험에 수행하였다. 실험 결과 다단함침법으로 제조한 촉매가 함침법으로 제조한 촉매보다 저온 영역에서 높은 톨루엔 전환율과 H₂ 및 CO의 생성량을 보였다. 이러한 결과는 다단 함침법으로 제조한 촉매가 주촉매의 활성을 돕는 조촉매 물질을 2차적으로 담지하기 때문에 함침법으로 담지한 촉매보다 촉매 표면에 활성물질이 상대적으로 더 많이 드러나 그만큼 높은 활성을 보여준 것으로 판단된다. XRD 분석결과, 조촉매로 첨가한 희토류 금속의 원자량이 작을수록 Ni의 입자 크기가 커졌다. SEM 분석결과를 통하여 개질반응 후 촉매는 Ce가 조촉매로 첨가된 경우 더 많은 양의 탄소 침적으로 상대적으로 빠른 비활성화를 유도한 것으로 분석된다.

Cr 코팅 5겹 압착/소결 금속필터의 석탄 합성가스 적용 시험 결과

정석우^{1,*}, 정기진¹, 윤성필¹, 류상오¹, 이지은¹, 김민정²
¹고등기술연구원, ²성균관대학교

Results of Coal Syngas Application Test of Cr Coated 5-Layer Pressed/Sintered Metal Filter

Seok Woo Chung^{1,*}, Ki Jin Jeong¹, Sung Pill Yoon¹, Sang Oh Ryu¹, Ji Eun Lee¹,
Min Jung Kim²

¹Institute for Advanced Engineering, ²Sungkyunkwan University

석탄이용 분야 시장은 현재 저유가로 인해 다소 소강상태이나 저급탄을 포함하는 석탄 활용은 당분간은 지속적으로 유지될 전망이고, 국내에 건설된 태안 IGCC 실증플랜트의 신뢰도 운전에서 SOx, NOx, 분진 등의 오염물질 배출량이 기존 석탄 화력발전소에 비해 큰 폭으로 감소하는 것으로 확인됨에 따라 가스화플랜트의 경우 환경규제 강화에 따른 기존 석탄 화력발전의 대안으로 부각될 수 있을 것으로 기대된다. 현재 국내의 경우 태안에 300MW급 IGCC 실증플랜트와 광양에 50만톤급 SNG 플랜트 건설 완료되고 정상화를 위한 신뢰도 운전이 진행되는 시점이므로, 가스화플랜트에서 사용되는 핵심 부품/설비의 국산화를 포함하여 투자된 가스화플랜트 관련 설비 활용 극대화를 통한 경쟁력 강화, 그리고 생산되는 합성가스 활용 확대라는 측면에서 다양한 기술 개발의 추진이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 가스화플랜트 핵심 부품/설비의 국산화 기술 개발 일환으로 고온, 고압 조건으로 운전되는 가스화기 생성 합성가스 중에 포함된 분진을 제거하기 위한 내부식성 금속필터 기술 개발을 추진하였다. 그리고 이를 위하여 5겹 압착/소결 금속필터 sheet의 국산화 제작 기술 개발, 최적의 세라믹 코팅을 통한 5겹 압착/소결 금속필터의 내부식성 향상 기술 개발, 세라믹 코팅 전후 금속필터의 합성가스 실가스 적용성능평가 라는 측면에서 기술 개발을 진행하였다. 본 연구에서는 개발 집진필터의 분진제거 성능 및 내부식성에 대한 성능평가를 위하여 2종류의 집진필터(전기도금 방식을 이용하여 5겹 압착/소결 금속필터에 Cr 코팅을 진행한 집진필터와 코팅을 진행하지 않은 집진필터)를 2톤/일급 석탄가스화기 시스템 및 20톤/일급 Test-bed에 적용하여 분진이 포함된 석탄 합성가스 실가스에 장시간 접촉시키면서 시험을 진행하였다. 그리고 시험 종료 후 석탄 합성가스에 접촉한 코팅 전후 필터에 대해 SEM, EDX 분석 등을 통하여 내부식성 향상 정도에 대한 비교 분석을 실시하였다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No.20143030050070)

Catalytic Fast Pyrolysis of the Pre-Treated Macro-Algae *Saccharina Japonica* in a Bubbling Fluidized-Bed Reactor

Hoang Vu Ly¹, Seung-Soo Kim¹, Jinsoo Kim², Hee Chul Woo³

¹Kangwon National University, ²Kyung Hee University, ³Pukyong National University

Catalytic fast pyrolysis has attracted a lot of attention as a promising method for producing high quality bio-oil from biomass feedstocks [1, 2]. In this research, *Saccharina japonica* macroalgae was pre-treated with diluted acid solution at different concentrations to remove inorganic species. The catalytic pyrolysis of pre-treated macroalgae using both of zeolite and metal catalysts was investigated in a bubbling fluidized-bed reactor at atmosphere pressure and different temperature. The bio-oil yields between 34.76 wt% and 45.36 wt% under the investigated pyrolysis conditions, the gas yields were slightly increased from 31.68 wt% to 40.46 wt%. The gas products include CO, CO₂, hydrocarbon (C₁-C₄) were similar for all reaction conditions, but the selectivity of gas composition varied with conditions. Using catalyst in pyrolysis of pre-treated *S. japonica* macroalgae resulted in a reduction of dianhydromannitol and levoglucosan, but resulted in formation of ketone and aromatic compounds. The aromatic compounds were found to be higher than those from fast pyrolysis in the absence of catalysts for pre-treated and non-treated biomass.

Reference

1. Agblevor, F. A., Beis, S., Mante, O., Abdoulmoumine, N., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **49**(8), 3533-3538 (2010)
2. Graça, I., Lopes, J. M., Cerqueira, H. S., Ribeiro, M. F., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **52**(1), 275-287 (2013)

PKS/우드펠릿의 반탄화 특성 연구

김상도^{1,*}, 이시훈¹, 최호경¹, 전동혁¹, 유지호¹, 임영준¹, 임정환¹, 이종배¹, 김문준², 심재훈²

¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실

²SMK에너지

Study of Torrefaction Characteristics of PKS/wood Pellet

Sangdo Kim^{1,*}, Sihyun Lee¹, Hokyung Choi¹, Donghyuk Chun¹, Jiho Yoo¹, Youngjon Lim¹,
Jeonghwan Lim¹, Jeongbae Lee¹, Munjun Kim², Jaehun Shim²

¹Korea Institute of Energy Research, Clean Fuel Laboratory,

²SMK Energy

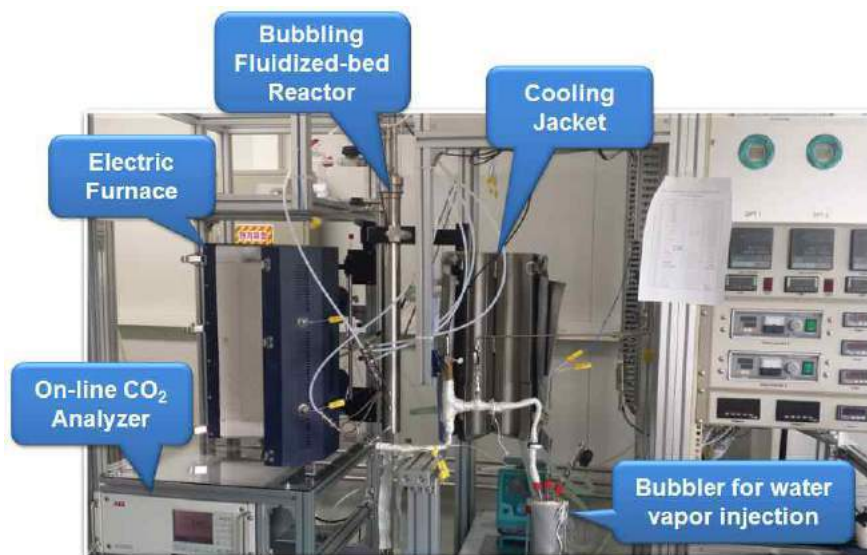
화석연료 고갈 및 CO₂ 배출 저감을 위한 방안으로 바이오매스 활용이 급격하게 증가하고 있다. 그러나 바이오매스는 수분함량이 높고, 열량이 낮으며, 친수성이기 때문에 장기간 저장/보관이 용이하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 산소농도가 희박한 조건에서 열화학적으로 처리하는 반탄화 기술들이 다양하게 개발되고 있다. 반탄화 연료를 생산하기 위해서는 일정한 크기로 분쇄, 건조, 반탄화, 펠릿화, 냉각 등 다양한 공정들이 수반된다. 아직까지 어떻게 공정을 조합하는 것이 경제적인지 논의가 되고 있지만, 최근 review 결과로 판단해 보면 바이오매스를 파쇄, 건조, 펠릿, 반탄화, 냉각으로 하는 것이 보다 적합한 방법으로 판단된다. 펠릿 전에 분쇄를 위한 많은 에너지가 소모되지만, 펠릿으로 제조된 바이오매스의 경우 걸보기 밀도 높아졌기 때문에 반탄화시 대량 처리 및 생산이 가능하다. 만약 바이오매스를 분쇄, 반탄화 후 펠릿으로 제조할 경우에는 밀도가 낮기 때문에 대량 생산이 어렵다. 또한 펠릿을 만들기 위해서는 수분함량이 10wt% 정도 있어야 하는데, 반탄화 후에는 수분함량이 1wt%로 매우 낮기 때문에 펠릿 제조에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되는 우드펠릿을 구입하여 반탄화 연료로 제조하는 연구를 수행해보고자 한다. 또한 인도네시아에서 유입된 비교적 입자가 큰 PKS(Palm Kernel Shell)에 대해서도 반탄화 실험을 실시하여 보았다. 실험은 batch type인 소형 kiln에서 진행하였다. 1회 실험시 200g을 넣고 실험을 실시하였다. 적용온도는 280 ~ 320°C에서 진행하였고, 일정한 온도에서 시료의 체류시간은 10 ~ 30분 실시하였다. 반탄화 된 시료에 대해서 공업분석, 발열량 분석, 걸보기 밀도를 살펴보았다. 연구 결과의 한 예로 PKS를 살펴보면 반탄화전의 수분함량이 10.7wt%에서 반탄화 후에는 1wt%로 감소하였고 적용온도 증가에 따라 휘발성물질의 감소가 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통한 실험결과들은 본원에서 개발하고 있는 COMBPy(counter fLOW Multi Baffle Pyrolyzer)에 적용하기 위한 기본자료로 활용하고자 한다.

Research on CO₂ Sorption-Desorption Behavior of Silica-PEI Sorbent by Bubbling Batch Cycle Test

Jae-Young Kim¹, Jung Yoon Seo¹, Jong-Ho Moon¹, Hyunuk Kim¹, Sung-Ho Jo¹, Seung-Yong Lee¹,
Chang-Keun Yi¹, Young Cheol Park^{1,*}, Colin E. Snape²

¹Korea Institute of Energy Research, ²University of Nottingham

In this study, the BBC (Bubbling Batch Cycle) equipment (Fig. 1) has been used in order to evaluate the CO₂ capture performance of the silica-PEI sorbents (Univ. of Nottingham, U.K.) [1]. The CO₂ sorption and desorption (regeneration) behaviors of silica-PEI sorbent were studied in a fluidized-bed reactor (90 cm tall bed with 0.5 cm i.d.). Experiments was first carried out by changing sorption temperature (50–75° C) in order to find out the optimal sorption temperature. After evaluating the sorption characteristics of CO₂ on the silica-PEI according to the sorption temperature, the consecutive cyclic test (5 times of sorption step and 5 times of desorption step) was carried out based on the optimal operating conditions. At the sorption step, working temperature of carbonator was 65 to 70° C, CO₂ concentration at the feed gas was 15 vol.%, and total inlet flow rate was 4.0 L/min (CO₂+N₂). At the desorption step, temperature of regenerator was 115 to 120° and total inlet flow rate was 3.5 L/min (N₂). In addition, the physical and chemical characteristics of silica-PEI sorbents were analyzed using PSA (particle size analyzer), BET and TGA before and after consecutive cyclic tests.



[Fig. 1] Bubbling Batch Cycle System.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20158510011280).

참고문헌

1. Wenbin Zhang, Hao Liu, Chenggong Sun, Trevor C. Drage, and Colin E. Snape, *Chemical Engineering Journal*, **251**, 293–303 (2014).

고분자와 금속-유기 다면체 기반의 혼합기질분리막을 이용한 이산화탄소 분리

김현욱¹, 윤양노^{1,2}, Muhammad Sohail^{1,3}, 김태우¹, 박영철¹, 문중호^{1,*}
¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교, ³과학기술연합대학교

CO₂ Separation Using Mixed Matrix Membranes Based on Polymer and MOPs

Hyunuk Kim¹, Yang No Yun^{1,2}, Muhammad Sohail^{1,3}, Tae Woo Kim¹, Young Cheol Park¹,
Jong-Ho Moon^{1,*}

¹Korea Institute of Energy Research, ²Chungnam National University,
³University of Science and Technology, Republic of Korea

금속-유기 다면체 (Metal-Organic Polyhedral)는 금속과 유기라간드의 자기조립으로 형성된 0차원 분자이다. 이러한 금속-유기 다면체는 나노미터 크기의 기공을 가지고 있으면서 소수성 또는 친수성 용매에 용해되어 용액상태에서 특정물질을 담지할 수 있다. 따라서 금속-유기 다면체를 형성하는 유기리간드에 친수성 작용기를 도입하여 친수성 고분자에 고르게 분산시키고 이산화탄소 분리에 응용할 수 있다. 본 연구에서는 폴리에틸렌옥사이드 작용기를 가지고 있는 금속-유기 다면체를 합성하고 단결정 및 분말 엑스선 회절법으로 그 구조를 원자수준에서 규명하였다. 또한, 친수성 금속-유기 다면체를 폴리에틸렌옥사이드 기반의 고분자 전구체에 분산시키고 라디칼 중합반응 통해 수백 마이크로 두께를 가진 필름을 제조하였다. 이렇게 제조된 혼합기질분리막은 금속-유기 다면체가 포함되지 않은 분리막에 비해 30% 높은 CO₂/N₂의 선택성을 보였다.

참고문헌

1. H. Furukawa et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 8398-8399 (2006).
2. T.-H. Chen et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **138**, 9646-9654 (2016).
3. L. Haiqing et al., *Science*, **311**, 639-642 (2006).

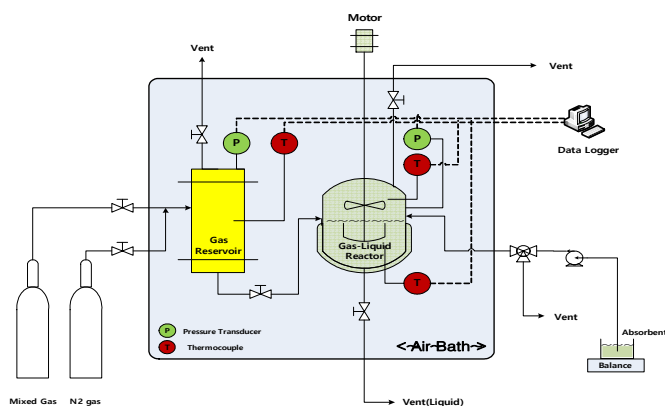
MEA 용액의 CO₂ 용해도 데이터가 보정된 상용모사기를 이용한 바이오가스 업그레이딩 공정모사

박영철¹, 전동혁¹, 문중호¹, 이종섭¹, 민병무^{1*}, 심동민², 성현제²
¹한국에너지기술연구원, ²한솔EME

Process Simulation of Biogas Upgrading Using a Commercial Simulator Updated with CO₂ Solubility in MEA Solution

Young Cheol Park¹, Dong Hyuk Chun¹, Jong-Ho Moon¹, Jong-Seop Lee¹, Byoung-Moo Min^{1*},
 Dong-Min Shim², Hyun-Je Sung²
¹Korea Institute of Energy Research, ²Hansol EME

혐기성 조건에서 유기물 분해로 얻어진 바이오가스는 CO₂ 분리를 거쳐 한 단계 향상된 바이오메탄으로 고급 연료(원료)로 사용이 가능하게 되는데, 바이오가스 중 CO₂ 분리는 다양한 방법이 존재하지만 적용이 비교적 용이한 흡식 아민 공정이 고려되고 있다. 본 연구에서는 MEA 용액을 이용하여 바이오가스 중 CO₂를 분리하는 공정을 모사하였다. 이를 위해, 먼저 [그림 1]의 흡수평형 측정 장치를 이용하여 MEA 용액 농도에 따른 CO₂ 용해도 데이터를 도출하였으며, 이를 상용모사기에 적용하였다. 실험데이터를 이용하여 CO₂ 용해도가 보정된 상용모사기를 이용하여 10,000 Nm³/day 규모 바이오가스 업그레이딩 공정의 공정모사를 수행하였다. 기존에 상용모사기에서 제공된 MEA 기반 CO₂ 포집 데이터 패키지[1]와 실험데이터를 이용하여 보정한 경우에 대하여 비교, 검토를 수행하였다. 향후 MEA 용액 외에도 AMP와 같은 입체장애아민을 대상으로도 공정모사를 진행할 계획이다.



[그림 1] 단일 가스성분 흡수평형 측정 장치.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20152020201130).

참고문헌

1. Park, Y.C., Lee J.S., Moon, J.H., Min, B.M, Shim, D.M., and Sung, H.J., *Korean J. Chem. Eng.*, in-press

디메틸 카보네이트 합성용 산화세륨 촉매에 미치는 소성 조건의 영향

서정윤¹, 우제민¹, 이동호¹, 박영철¹, 김현욱², 이종섭¹, 문중호^{1,*}¹온실가스연구실, 한국에너지기술연구원²에너지소재연구실, 한국에너지기술연구원Influence of Calcination Condition on the Performance of CeO₂ Catalysts for the Synthesis of Dimethyl CarbonateJung Yoon Seo¹, Je-Min Woo¹, Dong-Ho Lee¹, Young Cheol Park¹, Hyunuk Kim², Jong-Seop Lee¹, Jong-Ho Moon^{1,*}¹Greenhouse Gas Laboratory, Korea Institute of Energy Research,²Energy Materials Laboratory, Korea Institute of Energy Research

새로운 기후체제가 출범함과 동시에, 온실가스 포집 및 활용기술에 대한 연구는 전 세계적으로 급격히 증가하는 추세이다. 이산화탄소로부터 고부가가치 화학물질을 만드는 연구 중에서 메탄올과 이산화탄소를 이용한 디메틸 카보네이트 합성 연구는 에너지 수지측면에서 유리하기 때문에 각광받고 있는 분야 중 하나이다. 또한 디메틸 카보네이트는 폴리카보네이트 전구체, 리튬이온전지의 전해질, 유기용매 등으로 이용되며 효용가치가 높다. 디메틸 카보네이트 합성을 위한 촉매로는 CeO₂, ZrO₂, V₂O₅, TiO₂, SnO₂ 등이 보고된 바 있다. 산화세륨(CeO₂)은 우수한 산소저장능력을 가지며, 가장 풍부한 희토류 금속 산화물로 자동차 배기가스 컨버터를 비롯한 여러 촉매 응용 분야에서 널리 사용되고 있는 촉매이다. 본 연구에서는 산화세륨촉매를 제조함에 있어, 소성분위기를 조절하여 소성분위기가 산소저장능력에 미치는 효과, 더 나아가 디메틸 카보네이트 합성반응에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

참고문헌

1. T. Montini et al., *Chem. Rev.*, **116**, 5987-6041 (2016).
2. Z. Cui et al., *Korean J. Chem. Eng.*, **34**(1), 29-36 (2017).
3. V. Perrichon et al., *Appl. Catal. A*, **129**, 69-82 (1995).

목질계 바이오매스의 고품위화 연료 생산기술 개발 및 특성 분석

심재훈^{1*}, 김문준¹, 김윤호², 신준호², 이시훈³, 김상도³

¹에스엠케이에너지(주)

²삼양에코너지(주)

³한국에너지기술연구원 청정연료연구실

Development and Characteristics of Woody Biomass Upgrading Fuel Manufacturing Technologies

Jaehoon Shim^{1*}, Moonjun Kim¹, Yoonho Kim², Junho Shin², Sihyun Lee³, Sangdo Kim³

¹SMK Energy Co., Ltd

²Samyang Eenergy Co., Ltd

³Korea Institute of Energy Research, Clean Fuel Laboratory

전 세계적으로 온실가스 감축을 위한 석유대체 자원으로서 초본계 및 목질계 바이오매스 자원에 대한 관심과 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 국내에서는 바이오매스 자원이 풍부하지 않아 해외에서 80%이상 수입에 의존하고 있는 실정이라서 운송 및 보관비용을 절감하기 위하여 에너지 밀도가 높은 고품위 연료의 개발이 요구되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 반탄화(Torrefaction)기술이 주목받고 있는 실정이다. COMBPY(Counter flow Multi Baffle Pyrolyzer) 즉, 역흐름 다중 방해판 반탄화 기술은 목질계 바이오매스뿐만 아니라 여러 형태의 원료를 반탄화하여 고품위 연료를 생산하는 기술이다. 이 기술은 고온 가스가 고수분의 원료들과 직접 접촉하여 건조 및 반탄화되는 것으로 접촉초기 및 중간단계에서는 저온의 공기를 만나 대류에 의해 건조가 이루어지고, 중간 및 하부단계에서는 고온의 공기를 만나 열분해 되면서 건조와 반탄화가 동시에 가능하다. 때문에 적은 공기유량과 짧은 접촉시간으로도 목질계 바이오매스를 효율적으로 반탄화 시킬 수 있다. 별도의 수송장치가 필요 없으며, 장치가 간단하고 운전과 제어가 비교적 용이하며, 운전 유지보수 비용이 적고, 건설비가 적게 소요된다는 장점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 반탄화공정에 대한 기존의 연구결과와 기본 원리를 바탕으로 목질계 바이오매스 연료 고품위화를 위한 반탄화장치를 개발하였고, 효율적인 반탄화 공정의 개발을 위하여 각종 연료의 반탄화 특성으로 반응온도, 반응시간, 입자의 크기에 따른 수분제거율 및 발열량 변화 특성 등을 살펴보는 구동실험을 통해 문제점을 도출하고 추후 설계 시 반영되어야 할 개선사항을 도출하고자 하였다. 실험은 1TPD 건조 및 반탄화 플랜트에서 진행하였고, 원료는 석탄, 톱밥, PKS를 이용하였다. 원료투입량 기준으로 250~340°C의 열풍을 공급하였으며, 원료 크기는 3~15mm까지 다양하게 실험하였다. 건조 및 반탄화 된 시료의 공업분석, 발열량, 원료회수량 등을 살펴보았고 그 결과 반탄화 전의 수분함량이 10.56%(톱밥), 21.62%(석탄), 10.69%(PKS)%에서 반탄화 후 2.73%(톱밥), 5.96%(석탄), 1.53%(PKS)%로 감소하였다. 발열량은 약 5,000kcal/kg까지 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 수분함량 감소와 발열량의 증가를 확인 할 수 있었지만, 경제적인 모델로 거듭나기 위하여 에너지 투입비용을 절감 시키는 적절한 탄화도의 선택이 필요함을 알 수 있었다. 추후 원료의 형상 및 성상에 따른 다양한 변수실험을 통하여 장기운전 데이터를 확보하여 COMBPY 공정기술의 효율 및 성능 향상에 기여하고자 한다.

참고문헌

1. Park, M. C. and Kweon, Y. S., *Korean Chem. Eng. Res.*, **12**(6), 353-360 (1974).
2. Cho, H. S. et al., *Journal of Korea TAPPI*, **46**(1): 18-28 (2014).
3. Kang, K., L. Wang., S. G. Hong., *J. Korean Soc Agric Eng.*, **56**(6), 55-62 (2014).
4. Lee, S. H., Y. C. Choi., M. S. Kim., KIER (2012).

Photoacid Generator의 중간체 합성 및 정제

양주희¹, 이철우^{2,*}¹한밭대학교 RIC, ²한밭대학교

우리나라의 반도체 산업은 세계 최고의 기술력을 가지고 있으며 이를 바탕으로 수출을 선도하고 있으나 반도체 제조에 사용되는 소재는 대부분 미국과 일본 등으로부터 수입하고 있는 실정이다. 광산발생제(photoacid generator)는 광에 감응하여 산을 발생시키는 물질로서 ArF급 반도체를 제조하기 위해서는 광산발생제의 개발이 필수적이다.

본 연구에서는 광산 발생제의 핵심 중간체인 DFSA를 합성하는데 있어서 반응물의 몰 비 및 반응물 투입 방법 등 여러 가지 반응조건이 생성물의 수율에 미치는 영향을 살펴보았다. 반응의 진행은 ¹H NMR을 사용하여 확인하였다. 또한 DFSA와 NaCl의 혼합물로부터 DFSA를 선택적으로 추출하기 위한 실험을 수행하였다. 용제로는 물, 메탄올, 에탄올, 아세톤, 이소프로필알코올을 사용하였고 생성물의 순도는 에탄올을 내부표준물질로 사용하여 ¹H NMR로 측정하였고 무기 불순물은 ICP-OES 및 Ion Chromatography로 분석하였다.

Efficient Production of 1,3-Propanediol from Crude Glycerol Using *Lactobacillus Reuteri* CH53

Sun-Yeon Heo¹, Baek-rock Oh¹, Jung-Hyun Ju¹, Jeong-Woo Seo¹, Chul Ho Kim^{1,*}

¹Microbial Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

1,3-propanediol(1,3-PDO) has numerous applications for the production of polymers, cosmetics, foods and medicines. *Lactobacillus* sp. is a potential strain for the production of 1,3-PDO and lactate due to its good safety. *Lactobacillus* sp. do not grow in medium with glycerol as sole carbon source. Co-fermentation of glycerol-glucose by *Lactobacillus* sp. is an effective way for the production of 1,3-PDO and lactate during fermentation, in high conversion of glycerol to 1,3-PDO could be expected. A novel *Lactobacillus reuteri* CH53 isolate was found to be capable of converting glycerol to 1,3-PDO. Batch fermentation with glycerol-glucose co-fermentation was carried out to evaluate the production of 1,3-PDO and other by-products. At the optimized condition, 57.5 g/L 1,3-PDO was obtained under fed-batch fermentation.

This subject was supported by Korea Ministry of Environment as “Commercialization Project for Promising Technologies” .

저등급 석탄에 분산된 금속 촉매를 이용한 메탄올 스팀 개질

유지호^{1*}, Lia Priscilla², Paul Victor², 김수현¹, 임영준¹, 김상도¹, 이시훈¹

¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교

Steam Reforming of Methanol Using Low Rank Coal Supported Metal Catalysts

Jiho Yoo^{1*}, Lia Priscilla², Paul Victor², Soohyun Kim¹, Youngjoon Rhim¹, Sangdo Kim¹, Sihyun Lee¹

¹Korea Institute of Energy Research, ²Chungnam National University

저등급 석탄은 일반적으로 많은 산소 기능기, 특히 carboxyl group을 포함하며, 금속들은 carboxyl group에서 이온교환을 통해 nano-scale로 고르게 분산될 수 있다. 이렇게 제조된 석탄 지지체 촉매는 carbon polymerization을 막아 coking 저항성이 높다. 분산된 금속은 탄소 지지체의 높은 환원력에 기인, 환원된 상태로 존재하므로 반응 전 pre-reduction을 피할 수 있다. 산소 재료의 높은 열전도도에 의해 반응기 열 효율을 높일 수 있고, 사용 후 촉매 recycle이 쉽다. Pore 구조와 표면 조성의 용이한 조작을 통해 활성을 조절할 수 있다. 본 연구에서는 nickel, rhodium, platinum, palladium 등의 단일 금속 또는 혼합금속들을 저등급 석탄에 분산하여 촉매를 제조한 후 이동형 연료전지의 수소 공급에 적합한 메탄올 스팀 개질반응에 적용하였다. 기존 copper 촉매의 낮은 열안정성을 극복하기 위한 방편으로 시도되었으며, 이를 위해 400 ° C에서 촉매 반응성을 측정하였다. 약 6% rhodium, platinum, palladium가 담지된 촉매는 90% 이상의 전환율을 나타내나, platinum와 palladium에서는 동시에 일어나는 메탄올 decomposition에 의해 70% 이상의 CO 선택성을 나타냈다. Rhodium이 분산된 촉매는 약 60%의 CO₂ 선택성을 보였고 18% nickel 촉매는 ~85% CO₂ 선택성을 보여, 메탄올 개질에 가장 적합한 특징을 보였다. 혼합 금속 촉매에서 개선된 CO 선택성이 얻어졌으며, 향후 Zn 등의 도입을 통한 새로운 mixed metal 촉매의 활성을 평가할 예정이다.

미세먼지 제거용 PTFE 멤브레인 필터 적용 150 m³/hr급 Pilot 시험장치 설계

윤성필¹, 류상오¹, 이재만¹, 황상연¹, 정석우¹, 서명조², 이승우³
¹고등기술연구원, ²(주)마이크로원, ³영남대학교 산학협력단

Membrane Filter Application 150 m³/hr Pilot Test Device Design for Removal of Fine Particle

Sung Pill Yun¹, Sang Oh Ryu¹, Jae Man Lee¹, Sang Yeon Hwang¹, Seok Woo Chung¹,
 Myung Jo Seo², Seung Woo Lee³

¹Institute for Advanced Engineering, ²Micro-one. Inc, ³Yeungnam University

석탄은 세계에서 화석연료 연소로 배출되는 이산화탄소의 44%를 차지하는 가장 큰 단일 배출원이며 석탄화력발전소는 그 중 가장 큰 부분을 차지하고 있고 1차 에너지공급량 중 29%를 차지하고 있다. 그러나, 석탄화력발전소에서 배출되는 미세먼지는 약 2,752톤으로 전체 배출량의 약 3.4%를 차지하고 있으며, 질소산화물 및 이산화황도 공기 중 화학반응을 통해 2차 생성 초미세먼지를 만들어 장기적으로는 대기오염에 미치는 영향에 주목해봐야 한다. 국내의 경우 2015년부터 2024년까지 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획이 시행되어 수도권 지역의 초미세먼지 저감대책이 시행될 예정이며 2021년까지 신규 석탄화력발전소를 증설해 현재 발전 용량의 2배 규모를 달성할 계획이나 미세먼지로 인한 국내 대기오염이 심각함에도 불구하고 배출원을 직접 제거하기 위한 규제 및 고농도 배출시 대응 방안이 미비한 실정이다. 특히, 세계경제포럼에서 국내의 미세먼지 환경지수가 전체 178개 조사국 중 171위를 차지할 정도로 국내 미세먼지에 대한 노출 위험성이 높은 것으로 나타났으며, 국립환경과학원 연구 결과 미세먼지 농도가 10 µg/m³ 증가할 때마다 65세 이상 노인 등 대기오염에 민감한 집단의 사망률은 0.4%씩 증가하는 것으로 파악되었다. 또한, 미세먼지 농도는 경제협력개발기구(OECD) 주요 도시의 평균에 비해 2배가량 높은 것으로 나타났으며 미세먼지 및 초미세먼지에 대한 개인적·국가적 차원의 준비가 시급하다는 지적이 나오고 있으므로, 저비용 고효율의 미세먼지 제거용 필터 기술을 개발하고자 한다. 이에, 본 연구에서는 발전소 및 연소시설 대상 배출가스 내 미세먼지 제거용 PTFE 멤브레인 필터 개발을 위한 기초 특성시험을 진행하기위해 150 m³/hr급 pilot 시험장치 설계를 진행하였으며 추후, 무부하 조건에서의 PTFE 멤브레인 필터의 자체 차압특성 실험, 분진 공급조건에서의 여과성능 실험, 일반 상용 여과백 및 PTFE 멤브레인 필터의 운전 특성 및 성능 비교 실험을 진행할 예정이다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20161120200170)

참고문헌

1. 여국현, “미세먼지 관리 기술 동향”, 국가환경정보센터 2016-112호
2. 국가환경정보센터, “여과집진기의 최근 유지관리 기술 동향”, Konetic Report, 2015-35호, 2015

청정 암모니아 생산기술 개발

윤형철^{1,*}, 김종남¹, 유충열¹, 정은영¹, 정찬희¹
¹한국에너지기술연구원

수소의 저장체(17.6 wt% H₂)이며, 무탄소 에너지 담체인 (액화 암모니아: 11.5 MJ/liter, 액화 수소: 8.49 MJ/liter) 암모니아는 수소와 비교하여 저장 (8.5기압 상온:액체) 및 이송이 용이하다. 세계적으로 연간 2억 톤의 암모니아가 생산·소비하고 있어 암모니아 이송의 기반을 이미 갖추고 있다. 현재 암모니아는 천연가스 또는 석탄과 질소를 원료로 하버-보슈(Haber-Bosch) 공정을 통하여 합성한다. 하버-보슈 공정은 고온 고압 반응 (150-250 bar, 300-550oC)으로 많은 에너지를 소모하고(30GJ/ton NH₃ 이상), 천연가스 또는 석탄의 개질을 통한 수소 제조로 다량의 온실가스인 CO₂ 배출하며 (2.16 kg CO₂/kg NH₃), 많은 기술 개발에도 불구하고 아직까지 낮은 암모니아 전환율 (10-15%)을 보이고 있다.

이와 같은 하버-보슈 공정의 단점을 해결할 수 있는 기술로, 물과 질소로부터 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법이 연구하고 있다. 물과 질소를 원료로 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법은 탄소 배출이 없고 상압 저온에서 저에너지 저비용으로 암모니아 합성이 가능하다는 장점이 있다. 무한정 공급 가능한 물과 질소를 원료로 하며, 신재생에너지에서 생산된 전기를 사용하여 암모니아를 합성 시 신재생에너지의 단속성 및 지역적 편재생 문제를 해결할 수 있어 신재생에너지 캐리어/저장 역할도 수행할 수 있다. 또한, 암모니아는 기존 에너지 시스템인 자동차, 연료 전지, 가스 터빈 등에 바로 적용 가능하다. 본 발표에서는 그 동안 한국에너지기술연구원에서 수행한 암모니아 합성 기술 개발 방향 및 결과에 대해서 소개하고자 한다. 기술별 암모니아 합성률을 비교 분석하였고, 암모니아 합성률을 높이기 위한 해결 방안을 제시하고자 한다.

기포 유동층 반응기에서 연소 후 CO₂ 포집 공정을 위한 건식 흡수제의 고온, 고압 조건에서 마모 특성 연구

이동호¹, 류호정¹, 박영철¹, 민병무¹, 이종섭¹, 조성호¹, 진경태¹, 문종호^{1,*}
¹한국에너지기술연구원

Effect of High Temperature and High Pressure on Attrition Characteristics of Dry Sorbent for Pre-Combustion CO₂ Capture Process in Bubbling Fluidized Bed

Dong-Ho Lee¹, Ho-Jung Ryu¹, Young Chel Park¹, Byoung-Moo Min¹, Jong-Seop Lee¹, Sung-Ho Jo¹,
Gyoung Tae Jin¹, Jong-Ho Moon^{1,*}
¹Korea Institute of Energy Research

연소 후 CO₂ 포집 공정을 위한 건식 흡수제인 PKM1-SU 입자의 마모 특성을 측정 장치의 층높이, 온도, 압력, 기체 유속, 습도 변화에 따른 영향을 측정하였다. PKM1-SU 입자의 마모 특성의 비교 대상으로는 FCC (fluid catalytic cracking) 입자를 선정하여 두 입자를 비교하였다. 본 연구에서는 분산판의 제트 가스에 의해 일어나는 마모 특성을 평가하기 위해서 ASTM D5757-95 마모 측정 장치와 고온 고압 기포 유동층 장치를 사용하였다. 입자들 (PKM1-SU, FCC catalyst)의 마모량 (마모 속도)은 압력, 기체 유속이 증가할수록 증가하였다. 그러나, 층높이, 온도가 증가할 경우에는 입자들의 마모량은 감소하였다. FCC 입자의 경우 마모특성은 습도에 영향을 받지 않았으나 PKMA-SU 입자는 습도에 변화에 따라 마모 특성이 변화하였다. PKM1-SU 입자의 마모속도는 2~6시간 동안의 마모 속도보다 초기 1시간 동안의 마모 속도가 더 빠르게 나타났다. 그러므로 입자의 마모 특성을 파악하기 위해서는 AI(5) 뿐만 아니라 CAI(5)도 정확히 고려되어야 한다.

참고문헌

1. Werther, J., and Reppenhagen, J., *AIChE J.*, **45**, 2001-2010 (1999).
2. Choi, J.-H., Moon, Y.-S., Yi, C.-K., and Kim, S. D., *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, **41**, 656-660 (2010).
3. Bemrose, C. R., and Bridgwater, J., *Powder Technology*, **49**, 97-126 (1987).

Cu/Fe/Al₂O₃ 촉매를 이용한 DMC 합성 순차 반응

이동호¹, 유지인¹, 우제민¹, 서정윤¹, 박영철¹, 김현욱¹, 황윤태¹, 문중호^{1,*}
¹한국에너지기술연구원

Sequential Reaction for Dimethyl Carbonate Synthesis
over Cu/Fe/Al₂O₃ Catalysts

Dong-Ho Lee¹, Jiin You¹, Je-Min Woo¹, Jung Yoon Seo¹, Young Chel Park¹, Hyun-Uk Kim¹,
Yuntae Hwang¹, Jong-Ho Moon^{1,*}
¹Korea Institute of Energy Research

고정층 반응기에서 메탄올(MeOH), 일산화탄소(CO), 산소(O₂)를 반응물로 사용하여 DMC (dimethyl carbonate) 합성하는 순차 반응을 새롭게 제안하였다. DMC 합성을 위한 순차 반응의 첫 번째 반응에서는 산소(O₂)와 반응하는 산화반응(oxidation)이 진행되고 두 번째 반응에서는 일산화탄소(CO)와 반응하는 카르보닐레이션 (carbonylation) 반응이 진행된다. 순차 반응에 사용할 Cu/Fe/Al₂O₃ 촉매는 습식 함침법을 이용하여 제조하였다. 제조된 촉매는 낮은 온도 영역에서 약한 산점을 가지고 있었고 큰 비표면적을 가지고 있다. 기존 방법인 DMC 합성 동시 반응의 경우와 DMC 합성 순차 반응의 경우를 비교하였을 때 순차 반응의 경우가 메탄올 전환율(X_{MeOH})을 114% 향상 시킬 수 있었고 DMC 선택도(S_{DMC})도 10% 증가 시킬 수 있었다. 본 연구에서 DMC 합성 순차 반응의 반응 조건이 130 °C, 15 bar 일 때 최대 메탄올 전환율은 22.8%, DMC 선택도는 85%를 나타내었다.

참고문헌

1. Pacheco, M.A. and C.L. Marshall, R, *Energy & Fuels*, **11**(1), 2-29 (1997).
2. Nam, J.-K., et al., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **370**, 7-13 (2013).
3. Engeldinger, J., et al., *Applied Catalysis A: General*, **382**, 303-311 (2010).

석탄-바이오매스 혼합 비율에 따른 혼합연료 특성 연구

전동혁¹, Daru Setyawan¹, 임영준¹, 김상도¹, 유지호¹, 최호경¹, 임정환¹, 이시훈^{1,*}

¹한국에너지기술연구원 청정연료연구실

Characteristics of Mixed Fuel According to Mixing Ratio of Coal and Biomass

Dong Hyuk Chun¹, Daru Setyawan¹, Young Joon Rhim¹, Sang Do Kim¹, Jiho Yoo¹, Hokyung Choi¹,

Jeong Hwan Lim¹, Sihyun Lee¹

¹Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research

국내 발전에서 석탄이 차지하는 비중은 36%로 여전히 높은 의존도를 유지하고 있다. 석탄 화력 발전의 이산화탄소 배출량은 991 g./kWh로 타 연료에 비해 가장 높은 수치를 보이고 있어 우리나라 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 석탄의 발전 비중을 줄이는 것이 시급하다. 가장 현실적인 대안은 석탄 화력발전소에 바이오매스를 혼합하여 발전하는 방법이다. 하지만, 바이오매스는 분쇄도가 낮아 기존 화력발전소의 분쇄기에 적용할 수 없으므로 현재는 5% 미만의 바이오매스를 혼소하여 사용하고 있다. 바이오매스의 분쇄도를 높이기 위한 방법으로 반탄화 기술이 사용되고 있다. 반탄화는 250 °C 이상의 고온에서 바이오매스의 리그닌, 헤미셀룰로오스, 셀룰로오스 일부를 열분해하여 분쇄도 및 발열량을 높이는 기술이다.

본 연구에서는 인도네시아 아역청탄, 갈탄과 여러 종류의 바이오매스를 혼합하여 제조한 연료의 특성을 분석하였다. 바이오매스는 전나무, 참나무, 대나무, 팜나무, 팜열매껍질, 고무씨앗껍질, 왕겨를 사용하였다. 350 °C에서 30 분간 반탄화된 바이오매스의 공업분석 및 고위발열량을 측정하였으며, 각 연료별 분쇄도와 성형 강도를 비교하였다. 실험 결과 반탄화에 의해 휘발분이 감소하고 고정탄소가 증가하였으며, 고위발열량은 시료의 특성에 따라 차이가 있으나 25% 이상 증가하였다. 분쇄도는 hardgrove grindability index (HGI)를 측정하였으며, 대부분 발전소 사용 기준인 50 이상을 만족하였으나, 껍질 종류의 반탄화에 의한 분쇄도 향상은 크게 나타나지 않았다. 성형 강도에서도 껍질 종류의 성형강도가 낮은 것으로 확인되었다. 그 외 바이오매스의 성형강도는 매우 높아 석탄과 혼합하여 성형시에 바인더 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 바이오매스의 혼합비율에 따른 연료 특성 평가를 위해 반탄화된 바이오매스를 여러 종류의 석탄에 10%, 20%, 30% 혼합하여 분쇄도를 측정하였다. 혼합연료의 분쇄도는 석탄과 바이오매스 각각의 분쇄도에 비례하는 결과를 나타내었으며, 이는 혼합연료 제조 시 연료 각각의 분쇄 특성을 고려하여 제조할 필요가 있음을 의미한다.

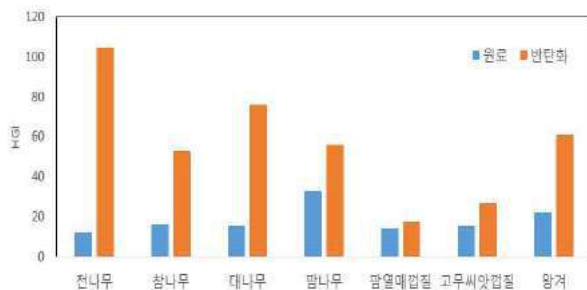


그림 1. 반탄화에 의한 분쇄 특성

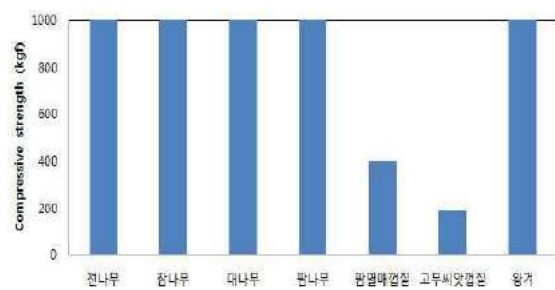


그림 2. 반탄화에 의한 성형 특성

Optimum Conditions for Minimization of Bergapten Content and Antimicrobial Activity of Oils Obtained by a Co-Extraction of Citrus By-Products Using Supercritical Carbon Dioxide

John Ndayishimiye¹, Deok Jum Lim², Byung Soo Chun^{1,*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,

²Y.G Company

The citrus oils obtained from citrus by-products have been used in many areas because of their bioactive compounds. However, their use in products has been restricted due to the phototoxicity and other health problems of some of their non-volatile compounds, especially bergapten. This work aimed to study the effect of supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) extraction conditions (pressure, temperature and CO₂ flow rate) on the minimization of bergapten content for the oils obtained from a combination of citrus peels and seeds. Moreover, the role of combining those citrus by-products on the antimicrobial activity and other quality characteristics was studied; so that those by-products can be valorized effectively. A second-order polynomial model showed a suitable fitting of the experimental value for the bergapten content ($R_2 = 0.977$, $p < 0.05$). The optimization (minimization of bergapten content) and validation study were performed, and the optimum extraction conditions were 200.54 bar, 46.28°C and 34.98 g/min for pressure, temperature and flow rate, respectively. The corresponding predicted value was 37.82 $\mu\text{g/g}$ oil and it was in good agreement with the experimental value (38.36 ± 0.44 $\mu\text{g/g}$ oil), thus affirming the adequacy and validity of the predicted model. For antimicrobial activity, the oils showed higher activity and the oils were less susceptible for fungi than bacteria. Overall, the SC-CO₂ extraction of a mixture of citrus by-products could give the oils with low bergapten content and higher bio-potentiality to be used in many applications.

추출 증류에 의한 HFP/HFPO 분리

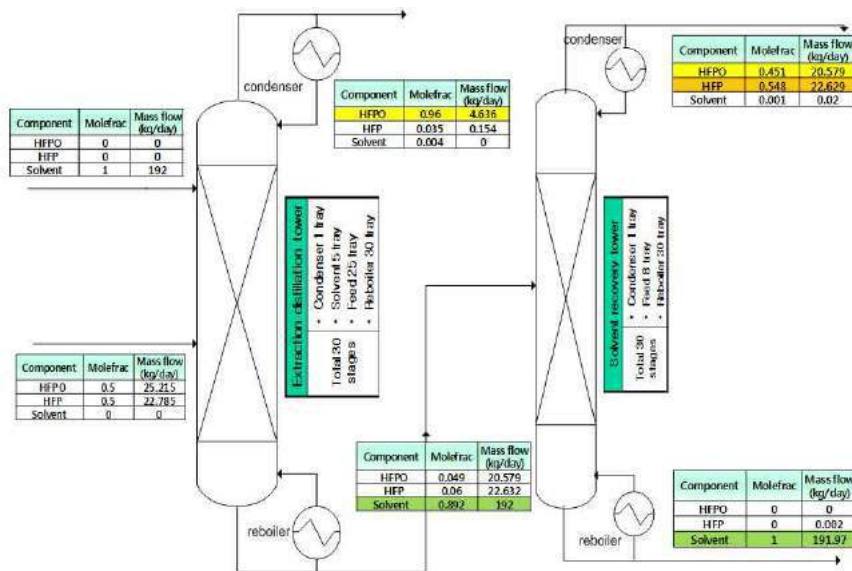
김병욱¹, 이용택^{1,*}
 충남대학교 응용화학공학과

HFPO는 불소, 탄소 그리고 산소로 이루어진 불소화 에폭시 화합물로서 고유한 물질의 물리화학적 특성으로 인하여 불소 화학 산업에서 매우 중요한 물질로 알려져 있다. 국내에서는 전혀 생산이 되지 않고 있으나 다행스럽게도 폐 PTFE를 열분해하면 TFE (tetrafluoroethylene)와 HFP (hexafluoropropylene) 혼합 가스가 생성되고 이 혼합 가스로부터 TFE와 HFP를 분리하여 정제된 HFP를 HFPO (hexafluoropropylene oxide)의 원료로 사용할 수 있다.

HFPO는 각종 불소계 수지, 과불소 알킬비닐 에테르 (perfluoroalkylvinyl ether)의 원료로 중요한 화합물이며, 각종 디스플레이에 사용되는 광학 필름의 반사/지문방지 코팅제, 연료 전지막, 고급 윤활제 등의 핵심 원료로 사용 가능한 중요한 불소 화합물로 알려져 있다.

HFPO 제조는 일반적으로 촉매 존재하에서 산화제로 산화 시킴으로써 제조할 수 있다. 산화법으로 제조된 HFPO는 HFP 미반응물이 함께 존재하므로 고순도의 HFPO를 얻기 위해서 생성 혼합물로부터 HFPO를 분리하여야 한다. HFPO와 HFP는 비등점이 각각 -29.6°C , -27.27°C 로서 매우 근접해 있기 때문에, 일반 증류로서는 분리하기가 매우 어렵다. 따라서, HFP와 친화력이 큰 적절한 용매를 선정하여 추출 증류 방법으로 HFPO를 고순도로 분리할 수 있다.

본 연구에서는 추출 증류에 사용할 용매를 3 종류 선정하여 에너지 효율이 우수하고, 원가를 절감할 수 있는 최적의 추출 증류 공정을 설계하고자 HFP/HFPO 분리 증류 공정을 Aspen Plus를 이용하여 전산 모사하였다. 그중 일부 주어진 조건에서 얻은 전형적인 결과를 다음 Figure에 나타내었다.



원료 물질로서 HFP/HFPO 몰 조성비로 0.5/0.5인 혼합물을 사용하였으며, 용매로서 1,1-dichloro-1-fluoroethane를 사용하였을 경우 첫 번째 증류탑의 상부 생성물로서 0.96 몰분율 HFPO를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 두 번째 증류탑의 하부로 순수하게 정제된 용매를 회수할 있음을 보여주고 있다.

저농도 암모니아 가스 제거에 적합한 고성능 흡착제 개발

조강희¹, 윤형철¹, 김종남^{1*}¹한국에너지기술연구원 청정연료실

산업 사회의 급속한 발달로 각종 산업에서 배출되는 폐수, 산업 폐기물, 배출 가스의 발생량이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 배출물에는 부식성이 강하고 독성 혹은 심한 악취 문제를 일으키는 암모니아 성분이 포함되어 있는데, 제거하지 않고 그대로 방출될 경우 생태계를 파괴시키거나 주변 구조물들을 부식시켜 많은 문제점을 발생시킬 수 있다. 특히, 쾌적한 삶에 대한 욕구가 증가되고 있는 현대에는 암모니아 배출에 대한 규제가 심해지고 있다. 암모니아를 제거하는 방법에는 공기 혹은 스팀을 주입시켜 제거하는 스트리핑법, 다양한 다공성 흡착제를 이용하여 제거하는 흡착법, 미생물을 이용하여 제거하는 생물학적 방법들이 있다. 그 중 흡착법이 친환경적 관점, 또한 공정 효율 관점에서 가장 큰 장점을 갖고 있다. 활성탄, 알루미나, 실리카 등 다양한 흡착제들이 암모니아 흡착 제거 공정에 사용되고 있는데 염기성을 띠는 암모니아에 대한 흡착 성능을 더욱 증진시키기 위해 기공표면에 산성을 띠는 흡착제 개발 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 특히, 대부분의 폐수, 산업 폐기물, 배출 가스에서 발생하는 암모니아는 매우 낮은 농도(수십~수백 ppm)로 존재하기 때문에 낮은 농도 혹은 낮은 압력에서 암모니아에 대한 흡착 성능을 높일 수 있도록 암모니아와 강한 인력을 보이는 흡착제 개발이 요구되고 있다. 이 연구에서는 낮은 농도의 암모니아에 대한 흡착 성능을 증진시키고자 강한 무기산을 이용하여 일반 상용 활성탄의 표면에 카르복실산 작용기를 늘리거나 활성탄에 다양한 유기산을 함침 시켜 보았다. 제조 조건을 조절하기 위해 무기산 농도, 무기산 처리 온도 및 시간, 함침한 유기산 종류 및 양을 조절해가며 암모니아 흡착 성능을 비교해보았다. 무기산으로 처리하거나 유기산을 함침한 활성탄의 경우 기존 일반 활성탄에 비해 저농도 암모니아에 대한 흡착 성능이 증가하는 것을 확인할 수 있었고 특히, 유기산을 함침한 활성탄의 경우 함침 전보다 암모니아 흡착 성능이 2배 가량 증가하는 것을 확인하였다. 더욱 흥미로운 점은 새로 개발한 흡착제가 기존에 판매되고 있는 암모니아 흡착제에 비해 높은 암모니아 흡착 성능을 보인다는 것이다. 새로 개발한 흡착제는 앞으로 다양한 산업에서 암모니아를 제거하는 공정에 널리 활용될 것으로 기대된다.

Potential Performance Enhancement of Electrochromic Device Based on Reduced Graphene Oxide/ WO_3 Nanosheets Composite Materials

Van-Tam Nguyen^{1,2}, Choon-Gi Choi^{1,2,*}

¹Graphene Research Lab. Electronic and Telecommunication Research Institute(ETRI),

²University of Science and Technology(UST)

Reducing energy consumption for heating and cooling in buildings has attracted many attentions in the context of a steady growing energy need. One of the solutions is electrochromic smart windows, able to control the amount of light and solar energy into buildings through the application of an electric field. This approach would provide energy efficiency as well as indoor comfort and privacy. Tungsten oxide has been extensively studied as electrochromic materials due to their good electrochemical stability, long life time and low working voltage. However, it still has disadvantages such as lack of mechanical flexibility, long electrochromic response time, low optical density and coloration efficiency. We believe that graphene with its extraordinary properties including high flexibility, mobility and transparency, could play a role as a conductive channel in combination with tungsten oxide to transport charges rapidly and easily during electrochromic process. In this report, we successfully synthesized reduced graphene oxide/tungsten oxide composite by chemical method. Preliminary results showed encouraging potential of this material for enhancing the performance of electrochromic devices.

Atmospheric Hydrotreating of Macroalgal Bio-Oil over Cobalt Molybdenum Phosphide Catalyst

Jae Hyung Choi^{1,2}, Jae Wook Sim¹, Jeong Woo Park¹, Hee Chul Woo³, Seung-Soo Kim^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Kangwon National University,

²Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University,

³Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Recently, macroalgal biomass conversion to commodity fuels and chemicals has been a burgeoning research field [1-2]. Crude bio-oil derived from macroalgal *Saccharina japonica* cannot directly be used as biofuel because of high oxygen, sulfur and nitrogen content of bio-oil [3-4]. In this study, atmospheric hydrotreating of macroalgal (*S. japonica*) bio-oil over cobalt molybdenum catalysts with different mole ratio of phosphide to metal (P/CoMo=0.5, 1, 1.5, and 2) was investigated. The physicochemical properties of the catalysts were characterized by XRD, H₂-TPR and NH₃-TPD. The catalytic activities were evaluated in a continuous fixed-bed reactor at 375 under atmospheric pressure. The phosphorous contents affected both the active phase compositions (MoP, CoP and CoMoP) and catalytic performances. The P-rich catalysts exhibited low liquid yield with increasing gas yield. Carbon number distribution of liquid products over cobalt molybdenum phosphide catalysts was determined through simulated distillation by TGA. The P/CoMo=1 catalyst exhibited the highest gasoline fraction (51.77 wt%) in the liquid product compared to that of bio-oil feedstock (31.28 wt%).

This work was supported by Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea (Project No. 20140559).

Reference

1. Choi, J. H., Kim, S. -S., Ly, H. V., Kim, J., Woo, H. C., *Fuel*, **193**, 159-167 (2017).
2. Le, T. A., Ly, H. V., Kim, J., Kim, S.-S., Choi, J. H., Woo, H. C., *Chem. Eng. J.*, **250**, 157-63 (2014).
3. Choi, J. H., Kim, S. -S., Suh, D. J., Jang, E. -J., Min, K. -I., Woo, H. C., *Korean J. Chem. Eng.*, **33**(9), 2691-2698 (2016).
4. Ly, H. V., Im, K., Go, Y., Galiwango, E., Kim, S. -S., Kim, J., *Energ. Convers. Manage.*, **127**, 545-53 (2016).

Hydroprocessing of Macroalgal Bio-Oil in Non-Edible Vegetable Oil over Pd/C Catalyst

Jae Hyung Choi¹, Seong Chan Lee², Wei Zhang², Hao Zuo², Hee Chul Woo^{2,*}

¹Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University,

²Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Macroalgal biomass for biofuel production can be converted into bio-oil by fast pyrolysis [1]. However, the crude bio-oil produced from the macroalgae cannot directly be used as biofuel because of high oxygen, sulfur and nitrogen content in bio-oil [2,3]. The aim of this study is to hydrotreat the crude bio-oil mixed with non-edible vegetable oil as a co-biofuel resource for bio-heavy fuel oil production. The hydroprocessing of macroalgal (*S. japonica*) bio-oil over 5wt% Pd/C catalyst at liquid hourly space velocity (LHSV) 1.5 h⁻¹ was investigated in a continuous fixed-bed reactor. The physicochemical properties of the catalysts were characterized by XRD, H₂-TPR and NH₃-TPD. The catalytic activities were evaluated by iodine (IV) and acid (AV) values under different temperature and pressure. The 5wt% Pd/C catalysts exhibited in range of IV 130-160 and AV 6-8 compared to initial IV 220 and AV 19 of the feedstock. The decreased IV and AV of the product indicated to reduce unsaturated double bond and carboxylic acid, respectively.

This work was supported by Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea (Project No. 20140559).

Reference

1. Choi, J. H., Kim, S. -S., Ly, H. V, Kim, J., Woo, H. C., *Fuel*, **193**, 159-167 (2017).
2. Choi, J. H., Kim, S. -S., Suh, D. J., Jang, E. -J., Min, K. -I., Woo, H. C., *Korean J. Chem. Eng.*, **33**(9), 2691-2698 (2016).
3. Choi, J. H., Kim, S. -S., Ly, H. V, Kim, J., Woo, H. C., *Biomass Bioenergy*, **98**, 112-123 (2017).

생물학적 수성가스 전환 공정 적용 수소 제조 비용 산정을 위한 석탄가스화 기술별 합성가스 원가 분석

김수현^{1,*}, 유영돈¹, 강성균²
¹고등기술연구원, ²해양과학기술원

Analysis of Syngas Cost by Coal Gasification Technology for Assessing Hydrogen Production Cost Based on Biological Water-Gas Shift Process Application

Suhyun Kim^{1,*}, Youngdon Yoo¹, Sungkyun Kang²
¹Institute for Advanced Engineering, ²Korea Institute of Ocean Science & Technology

수성가스 전환공정에는 촉매를 이용하는 열화학공정과 미생물을 이용하는 생물학적 공정이 있다. 수성가스 전환 공정은 원료 가스 내에 포함된 일산화탄소(CO)를 증기와 반응시켜 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)로 전환하는 반응을 기본으로 한다. 열화학적인 공정은 300 ~ 450°C 범위에서 운전되는 고온공정과 180 ~ 270°C 범위에서 운전되는 저온공정으로 구분된다. 반면, 본 연구에서 개발중인 해양 미생물을 이용한 생물학적 수성가스 전환 공정의 운전 조건은 80°C ~ 90°C 범위이다. 제철소 부생가스 또는 석탄, 폐기물, 바이오매스를 원료로 하는 가스화 플랜트에서 생산되는 합성가스는 CO가 30 ~ 60% 포함되어 있고, 수성가스 전환 공정을 통해 수소의 함량을 높일 수 있다. 본 연구에서 개발 중인 생물학적 수성가스 전환 공정을 적용하는 경우에 대한 수소가격 산정을 위해서는 공급되는 CO 함유 가스의 비용 파악이 필요하다. 제철소 부생가스를 대상으로 하는 경우에는 제철소에서 판매되는 부생가스 가격을 적용하여 수소가격을 산정할 수 있다. 석탄가스화 플랜트에서 생산되는 합성가스를 대상으로 하는 경우에는 합성가스 가격을 적용하여 수소 생산 비용을 산정할 수 있다. 석탄 가스화기를 개발한 다양한 기술사들이 있고 각 기술사별로 고유한 설비 구성 및 운전 방법을 보유하고 있다. 따라서 석탄 가스화 기술별로 생산되는 합성가스의 비용도 달라질 수 있다. 본 연구에서는 생물학적 수성가스 전환 공정을 다양한 석탄 가스화 플랜트에 적용하였을 경우 수소 생산 비용을 산정하기 위해 GE가스화 기술, CB&I(기존 CoP)가스화 기술, Shell 가스화 기술, Siemens 가스화 기술을 각각 적용한 석탄 가스화 플랜트에 대하여 생물학적 수성가스 전환 공정에 유입되는 원료로서의 합성가스 비용을 산정하였다.

이 논문은 해양수산부의 재원으로 해양생명공학기술개발사업(20150581, 해양 고세균이용 바이오수소 생산 실용화 기술개발) 연구개발비에 의해 수행되었습니다.

300MW IGCC 실증플랜트에서 생산된 용융슬래그의 특성

권인구¹, 전동환¹, 이재만¹, 윤성필¹, 정우현¹, 김용택²
¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부, ²한국서부발전

Characteristic of Molten Slag from IGCC Demonstration Plant

Kwon Ingoo¹, Jeong Dong Hwan¹, Lee Jaeman¹, Yoon Sungpill¹, Jung Woohyun¹, Kim Yong Teak²
¹Plant Engineering Division of Institute for Advanced Engineering, ²Korea Western Power co.,Ltd.

기존의 석탄 화력발전에는 석탄에 포함된 불연물이 대부분 연소 후 잔재물인 바닥재(Bottom Ash)와 비산재(Fly Ash)로 전환되어 배출된다. 이런 잔재물을 처리하기 위해서는 여러 환경적인 문제를 해결해야 하므로, 이에 대한 해결 방법으로 IGCC(석탄가스화복합발전) 기술이 주목받고 있다. 가스화기술을 이용한 IGCC 설비에서는 석탄의 회분이 고온에서 용융되어 슬래그로 배출된다. 슬래그는 밀도가 바닥재나 비산재에 비하여 월등하게 크므로 부피가 작아 보관이나 매립 등이 처리가 용이하며, 석탄 회분에 포함된 중금속 물질들이 슬래그에 안정하게 고정되어 있으므로 용출 우려가 없다. 또한 IGCC 기술의 경우 기존 화력발전에 비해 더 뛰어난 발전효율을 얻을 수 있으며, 대기오염방지나 온실가스저감 및 포집 측면에서 강점이 있으므로 향후 지속적인 설비 증가가 예상된다. 따라서 IGCC설비의 운전을 통해 발생하는 환경부산물인 용융슬래그의 친환경적 활용방법 개발의 필요성이 증대되고 있다.

고등기술연구원에서는 용융슬래그를 지오폐리머로의 전환하여 재활용하는 기술 개발 연구를 수행하고 있으며, 300MW 실증플랜트에서 Whitehaven탄(호주), CARBO-one탄(러시아)을 사용하여 발생한 용융슬래그의 물리적 특성을 파악하였다. 그리고 지오폐리머로의 전환을 위해 분쇄된 슬래그의 특성과 분쇄된 슬래그의 입도 파악을 위하여 표준체를 이용한 체분리를 진행하여 동일조건에서 미분쇄된 슬래그의 물리적 투과율을 비교하여 보았다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20153030050080)

Keywords : Coal Gasification, IGCC, molten slag, Geo-polymer

아민계열 흡수제의 특성을 고려한 이산화탄소 흡수 평형 모형 개발

문종호¹, 이종섭¹, 박영철¹, 전동혁¹, 박종기¹, 신헌용², 민병무^{1,*}
¹한국에너지기술연구원, ²서울과학기술대학교 화공생명공학과

Model Development of CO₂ Absorption Equilibrium
in Various Amine Aqueous Solutions

Jong-Ho Moon¹, Jong-Seop Lee¹, Young Cheol Park¹, Dong-Hyuk Chun¹,
 Jong-Ki Park¹, Hun Yong Shin², Byoung-Moo Min^{1,*}

¹Korea Institute of Energy Research, ²Seoul National University of Science & Technology

The removal of carbon dioxide from exhausted flue gas using amine based solvents continues to be of interest. In this study, MEA (primary) and AMP (Steric hindrance) were chosen. Those amines are representative amines and also are thermodynamically and kinetically selective for CO₂. The solubility of CO₂ has been measured from 40 to 120°C by the static method. In order to overcome non-ideality, activity coefficients and fugacity coefficients were introduced. The activity coefficient models, such as Debye Huckel and Electrolyte NRTL models, take into account interaction between solute species in the liquid phase. Also, Kent Eisenburgh model without considering non-ideality (activity) was compared with both of two models. All the solubility calculations and optimizations (parameter estimations) were executed by using MATLAB® 2015b version.

Reference

1. Deshukh R. D., and Mather A. E., *Chemical Engineering Science*, **36**, 355–362 (1981).
2. Austgen D. M., Rochelle G. T., Peng X, Chen, C-C., *Ind. Eng. Chem. Res*, **28**, 1060–1073 (1989).

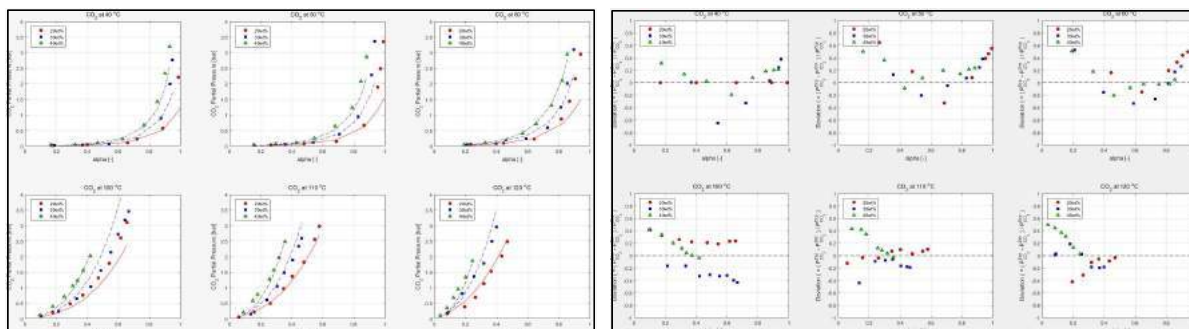


Figure 9. (L) Simulation results of MEA, (R) deviations between experimental and simulated results.

미세먼지 저감을 위한 VOC 촉매개질에 의한 합성가스 제조

박노국¹, 정용한¹, 이태진¹, 강석환², 홍범의², 김 호²
¹영남대학교, ²고등기술연구원

Production of Syn-Gas by VOC Reforming for Reduction of Fine Dust

No-Kuk Park¹, Yong Han Jung¹, Tae Jin Lee¹, Suk Hwan Kang², Bumui Hong², Ho Kim²
¹Yeungnam University, ²Institute for Advanced Engineering

최근 미세먼지에 대한 관심이 고조되면서 발생원별 제어기술 개발에 다양한 기술이 적용되고 있는 실정이다. 미세먼지를 발생시키는 요소들로는 주로 발전소와 소각로 등이 주목받고 있으나, 실제 주목받지 않으면서도 문제를 야기할 수 있는 발생원이 소규모 단위로 많은 수가 존재하는 것이 사실이다. 예를 들면, 도료를 제품에 도포하는 도장공정에서 용매로 사용되는 휘발성유기화합물(VOCs)의 대기로 배출하기 전에 연소시스템을 이용하여 분해/제거하는 과정에서 미세먼지가 발생될 수 있다. 이와 같이 대기오염방지를 위한 설비에서 예상치 않은 미세먼지가 발생하여 2차 오염을 유발할 수 있으므로 휘발성유기화합물을 흡착기술로 포집한 후 탈착과정에서 응축하여 액상으로 회수한 다음 에너지로 전환하는 기술이 고려되고 있다. 본 연구에서는 흡착/탈착 그리고 응축으로부터 회수된 액상의 휘발성유기화합물을 에너지로 전환하기 위하여 촉매개질반응에 의해 합성가스로 전환하였다. 액상의 연료를 개질하기 위해서 메탈폼 구조체에 코팅된 Rh/Al-Ce-Zr계 촉매와 상용 Ni-Al₂O₃계 촉매를 사용하였으며, 반응온도와 공간속도에 따른 반응기 출구의 합성가스 및 기타 탄화수소의 성상을 조사하였다. 탄소수가 높은 액상의 탄화수소는 예열되는 과정에서 열분해될 수 있기 때문에 연료공급 배관 및 반응기 입구 그리고 촉매상에서 카본의 침적이 일어날 수 있다. 카본의 침적은 촉매의 비활성화를 유발할 뿐만 아니라 배관의 막힘으로 인하여 공정의 안정적인 운전에 장애요인으로 작용한다. 그러므로 개질공정시스템의 구간별 온도조건을 최적화하는 것이 매우 중요하다. 이와 같은 이유에서 본 연구에서는 도장공정에서 가장 많이 사용되는 용매의 주성분인 톨루엔의 촉매개질을 반응온도(600-800 °C) 조건에 대하여 출구생성물을 조사한 결과, 750 °C 이상에서 CO와 H₂ 그리고 CO₂만 검출됨을 확인하였다. 또한, 촉매에 세리아가 첨가된 촉매의 경우에는 700 °C 이상의 조건에서 24 h정도 운전 후 코킹이 발생되지 않은 것으로 나타났다. 그러나 Ni/Al₂O₃기반 촉매의 경우에는 750 °C 이상의 반응조건에서 니켈의 소결에 의한 비활성화가 일어나는 것으로 확인되었으며, 이는 장기적으로 촉매비활성화에 의한 내구성 저하가 초래될 가능성이 높음을 의미한다고 판단된다.

참고문헌

1. Yoon, S. J. et al., *The Korea Society For New and Renewable Energy*, **6**, 269-269 (2015).
2. Oh, K. W., Park, S. Y., Lee, J. G. and Yoon, *The Korea Society For New and Renewable Energy*, **25**(5), 459-467 (2014).

벤치 규모 해조류 바이오매스 열분해공정에서 수분함량이 반응특성 및 생성물 물성에 미치는 영향

신우진¹, 장정희¹, 최희영¹, 한기보^{1,*}
¹고등기술연구원, 플랜트엔지니어링센터

Effect of Water Content on Product Properties and Reaction Characteristics in Bench-Scale Macroalgae Biomass Pyrolysis Process

Woo Jin Shin¹, Jung Hee Jang¹, Hee Young Choi¹, Gi Bo Han^{1,*}
¹Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

오늘날 과도하게 의존적인 화석연료의 사용은 지구온난화의 심각성을 부각시키는 동시에 대체에너지 연구에 대한 중요성을 부각시키고 있다. 특히, 열과 전기를 생산할 수 있는 신재생에너지에 비해 열분해 공정을 통해 제조된 해조류 바이오매스 열분해 오일은 탄소중립의 대체연료로써, 지구온난화의 대응이 가능한 동시에 수송 및 발전용 연료로 응용이 가능하다. 본 연구에서는 전처리 전/후의 해조류 바이오매스의 물성이 벤치규모 열분해 시스템에서 제조된 열분해 오일의 물성 및 반응특성에 미치는 영향이 조사되었다. 해조류 바이오매스 오일 제조를 위한 벤치규모의 열분해 시스템이 구축되었으며, 이를 이용한 해조류 바이오매스 열분해 실험이 수행되었다. 해조류 바이오매스의 원료특성 분석을 위해 공업분석이 수행되었으며, 바이오매스 원료에 대한 전처리 전/후의 함수율을 확인하였다. 또한 해조류 바이오매스 열분해 오일 전환에 대한 기초 열분해특성은 열중량 분석을 통해 조사되었다. 열중량 분석 결과 400~600 °C의 온도범위가 열분해 영역임을 확인하였다. 공업분석 결과, 바이오매스 원료에 대한 전처리 전/후의 조성으로 휘발분이 12.2%에서 15.7%, 고정탄소가 51.3%에서 58.5%로 각각 증가되었으며, 전처리 과정인 건조 전에 비해 건조 후 원료 내 함수율이 약 15% 정도 감소하였다. 또한 전처리 전/후 해조류 바이오매스를 사용하여 열분해 오일을 회수한 결과, 반응온도가 600 °C일 때 전처리 전/후 열분해 오일의 수율이 각각 34.5%, 19.4%로 얻어졌다.

Energy Consumption Calculation of FO/Crystallization/RO Hybrid Process with Waste Heat Utilization for Seawater Desalination

Kiho Park¹, Do Yeon Kim¹, Dae Ryook Yang^{1,*}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University

As the human population has been increased worldwide, water scarcity problem is considered as one of the most serious problem in future [1]. Considering that more than 97 percent of water in Earth exists as seawater, there is no doubt that the seawater desalination can be the ultimate solution of the water scarcity problem [2]. Today, a seawater reverse osmosis (SWRO) process has been regarded as the most energy-efficient technology for seawater desalination [3]. The energy requirement of the SWRO process has been decreased below 2 kWh/m³ [1] and the water production cost has become lower than \$0.7/m³ at medium size systems (12,000 ~ 60,000 m³/day) [4]. However, an inevitable utilization of high pressure pump in SWRO process arises many problems such as high irreversible fouling at the surface of RO membrane and large membrane replacement cost [5]. In addition, the theoretical minimum amount of energy required to separate fresh water from 35 g/L seawater is 1.06 kWh/m³ at 50% recovery [1]. It reveals that there is a possibility to improve the energy efficiency for seawater desalination process if any novel processes could be found.

This paper presents a comprehensive analysis of forward (FO)/crystallization/reverse osmosis (RO) hybrid process with high temperature operating condition to assess the feasibility as desalination technology. In this paper, a process configuration and draw solute candidates were suggested. A mathematical model was developed to describe transport phenomena at the operating condition and an experimental study was conducted to investigate the amount of water and reverse salt fluxes and to validate the developed model. From the experimental data, suitable membrane parameters for each process were estimated and the applicability of the operating condition was confirmed. An energy consumption model for the hybrid process was also developed and a comparative study with the conventional seawater reverse osmosis (SWRO) process was conducted. The overall energy consumption in the hybrid process is around 25~45 kWh/m³ without considering heat-electricity energy cost conversion. However, the most of the energy was attributed to the heating at the feed and draw solution streams at a relatively low temperature. If some type of waste heat energy could be used almost for free, the energy consumption of the hybrid process would be in the range of 0.5~1.5 kWh/m³, which is lower significantly than the conventional SWRO process.

Reference

1. Elimelech, M., Phillip, W.A., *Science*, **333**, 712-717 (2011).
2. Khawaji, A.D., Kutubkhanah, I.K., Wie, J.-M., *Desalination*, **221**, 47-69 (2008).
3. Fritzmann, C., Löwenberg, J., Wintgens, T., Melin, T., *Desalination*, **216**, 1-76 (2007).
4. Karagiannis, I.C., Soldatos, P.G., *Desalination*, **223**, 448-456 (2008).
5. McGinnis, R.L., Elimelech, M., *Desalination*, **207**, 370-382 (2007).

반응표면분석법을 이용한 폐감귤박 활성탄에 의한 수중의 2,4-Dichlorophenol 흡착특성 해석

이창한², 감상규³, 이민규¹

¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과

Adsorption Characteristics of Dimetridazole Antibiotics by Activated Carbon Prepared from Agricultural Waste Citrus Peel

Chang-Han Lee², Sang-Kyu Kam³, Min-Gyu Lee¹

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

²Department of Environmental Administration, Catholic University of Pusan,

³Department of Environmental Engineering, Jeju National University

페놀이 염소와 반응하여 생성된 2,4-디클로로페놀(2,4-DCP)과 같은 클로로페놀류는 플라스틱, 염료, 농약, 살충제 등의 합성 중간체로 광범위하게 사용되고 있으며, 이러한 물질들은 독성이 크고 암과 기형을 유발하고 소각처리시 다이옥신의 전구물질로 알려져 있다[1]. 최근에는 활성탄의 가격을 낮추기 위하여 농업 부산물과 같은 저렴한 원료물질로부터 활성탄을 제조하여 사용하는 연구가 많이 되고 있다[2]. Namasivayam and Kavitha [3]는 코코넛 섬유 껍질(coir pith)로부터 제조한 활성탄, Shaarani and Hameed [4]는 기름 야자나무 과방(oil palm empty fruit bunch)로부터 제조한 활성탄을 사용하여 수용액으로부터 2,4-DCP를 제거하는 연구를 하였다. 본 연구에서는 국내 제주지역에서 농업폐기물로 다량 발생하고 있는 폐감귤 껍질을 사용하여 제조한 활성탄을 흡착제로 사용하여 2,4-DCP의 흡착특성을 검토하였다. 또한 실험계획법을 도입하여 흡착에 미치는 영향인자에 대해 분석하고 최적의 조건을 예측하였다.

본 연구는 폐감귤박으로 제조한 활성탄(WCAC)을 이용하여 수중의 2,4-Dichlorophenol의 흡착실험을 회분식으로 진행하였다. Box-Behnken 실험계획법을 이용하여 초기농도, pH, 흡착제의 양, 접촉시간과 같은 영향인자에 의한 영향을 알아보았으며, 흡착실험결과에 대한 흡착 속도식과 등은 흡착 모델 해석을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 각 실험 조건에서 얻은 2,4-DCP 흡착량의 실험결과와 최소 127.31 mg/g에서 최대 363.64 mg/g까지 큰 변화를 보였으며, 선택된 변수들에 의해 크게 영향을 받는다는 것으로 나타났다. 얻어진 반응결과 모델은 결정계수 R^2 가 0.9921로 실험결과와 예측결과 사이에 좋은 상관관계를 보였다. 2,4-DCP의 흡착반응은 주효과를 나타내는 선형항으로부터 기인하며 각 인자에 대한 P 값은 모두 0.0001 이하로써 모든 인자들이 반응에 유의하였으며, 흡착에 대한 영향은 농도, pH, 접촉시간, 흡착제의 양의 순서로 감소하였다. 2,4-DCP의 흡착 속도는 유사 2차 속도식에 더 잘 부합하였으며, 2,4-DCP의 흡착공정이 막 분산 이동과 내부입자확산에 의한 복합적인 과정으로 일어났다. 등은 흡착결과는 Langmuir 등온모델에 더 잘 부합하였으며, 최대 흡착량은 345.49 mg/g이었다.

참고문헌

1. Rappe, C., O. Hutzinger, Ed. : Springer-Verlag : Berlin, 3, Part A (1980).
2. Ioannidou, O., and Zabaniotou, A., *Renew. Sust. Energy Rev.*, **11**, 1966-2005 (2007).
3. Namasivayam, C., and Kavitha, D., *Sep. Sci. Technol.*, **39**, 1407-1425 (2004).
4. Shaarani, F. W., and Hameed, B. H., *Desalination*, **255**, 159-164 (2010).

제주감귤활성탄(JAC)을 이용한 항생제 Dimetridazole의 흡착특성

이창한², 감상규³, 이민규¹

¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과

Adsorption Characteristics of Dimetridazole Antibiotics by Activated Carbon Prepared from Agricultural Waste Citrus Peel

Chang-Han Lee¹, Sang-Kyu Kam², Min-Gyu Lee¹

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

²Department of Environmental Administration, Catholic University of Pusan,

³Department of Environmental Engineering, Jeju National University

흡착공정에서 가장 널리 사용되는 흡착제는 활성탄으로 넓은 표면적, 미세 기공구조, 높은 흡착용량을 가지고 있어 미량 유해물질을 제거하는데 효과적이다[1]. 활성탄을 이용한 의약품의 흡착제거 연구로는 Son et al. [2]에 의한 sulfonamide계 항생물질 제거, Rivera-Utrilla et al. [3]에 의한 nitroimidazoles계 항생제 제거, Korzh et al. [4]에 의한 sulfanilamide, sulfathiazole, procaine, levamisole 그리고 caffeine의 흡착 연구, 그리고 Chang et al. [5]에 의한 diclofenac, acetaminophen, 그리고 sulfamethoxazole의 흡착 연구 등이 있으나 주로 상업용 활성탄을 사용하고 있다. 본 연구에서는 국내 제주지역 감귤의 껍질로 제조한 활성탄을 흡착제(JAC)로 이용하여 DMZ의 제거연구를 수행하였고 활성탄의 사용량과 입자크기, 용액의 초기농도, pH 영향, 시간에 따른 영향을 검토하였다. 실험결과를 유사 1차 속도식과 유사 2차 속도식, 그리고 내부입자확산 모델에 적용하여 속도 해석을 하고, 흡착등온실험 결과를 Langmuir, Freundlich, Redlich -Peterson, Dubinin-Radushkevich 흡착등온식에 적용하여 해석하였다.

본 연구는 농업폐기물인 폐감귤박으로 제조한 활성탄(JAC)을 이용하여 항생제인 dimetridazole (DMZ)을 흡착 실험을 회분식으로 진행한 연구결과를 나타내었다. 활성탄 입자의 크기가 작아질수록 제거율 및 흡착량이 증가하였으며, 흡착제 주입량이 증가할수록 제거율은 증가하였으나 흡착량은 감소하였다. 흡착실험 초기 20분까지는 흡착이 빠르게 일어나 흡착속도가 빠르지만 시간이 경과할수록 흡착 속도가 감소하다가 40분 이후에서 평형에 도달하였다. JAC에 의한 DMZ의 흡착은 유사 1차보다는 유사 2차 속도모델에 더 잘 부합하였다. JAC에 의한 DMZ의 흡착은 초기의 막확산 이동에 이어서 입자 내부 확산에 의한 복합적인 과정으로 일어나며, 입자 내부 확산이 반응속도 결정단계였다. 등온 흡착 실험결과는 Redlich-Peterson 흡착등온식에 가장 잘 부합하였으며, Langmuir 등온식으로부터 구한 DMZ의 최대 흡착량은 293, 313, 333 K에서 각각 263.58, 266.62, 267.83 mg/g이었다.

참고문헌

1. Martucci, A., Pasti, L., Marchetti, N., Cavazzini, A., Dondi, F., and Alberti, A., *Microporous Mesoporous Mater.*, **148**(1), 174-183 (2012).
2. Son, H.-J., Jung, J.-M., Roh, J.-S., and Yoo, P.-J., *Kor. Soc. Environ. Eng.*, **30**(4), 401-408 (2008).
3. Rivera-Utrilla, J., Prados-Joya, G., Sanchez-Polo, M., Ferro-Garcia, M. A., and Bautista-Toledo, I., *J. Hazard. Mater.*, **170**, 298-305 (2009).
4. Korzh, E. A., Smolin, S. K., and Klymenko, N. A., *J. Water Chem. Technol.*, **38**(4), 187-193 (2016)
5. Chang, E. E., Wan, J.-C., Kim, H. O., Liang, C. H., Dai, Y. D., and Chiang, P. C., *The Scientific World Journal*, **2015**, 11-18 (2015).

비산재로 합성한 제올라이트 X에 의한 수중의 Cs 이온 흡착에 반응표면분석법 적용

이창한², 감상규³, 이민규¹

¹부경대학교 화학공학과, ²부산가톨릭대학교 환경행정학과, ³제주대학교 환경공학과

Application of Response Surface Methodology (RSM) on Adsorption of Cs Ion in Aqueous Solution with Zeolite X Synthesized from Coal Fly Ash

Chang-Han Lee², Sang-Kyu Kam³, Min-Gyu Lee¹

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

²Department of Environmental Administration, Catholic University of Pusan,

³Department of Environmental Engineering, Jeju National University

서론

Remenarova et al. [1]은 슬로바키아 발전소에서 발생하는 석탄회(coal fly ash)로 합성한 제올라이트 ZM1과 ZM3에 의한 Cs 이온의 흡착량이 159.49 및 178.23 mg/g이었다고 하였으며, El-Dessouky et al. [2]은 이집트의 카이로 화력발전소에서 발생하는 석탄회로 합성한 NaA-X 혼합 제올라이트를 사용하여 Cs와 Sr 이온의 제거 연구에서 흡착량이 207.47 mg/g이었다고 하였다. 본 연구자들은 국내 울산 지역에서 배출되는 석탄회로 제올라이트 A를 합성하여 Sr 및 Cs 이온 제거에 대해 연구하였으며[3], 또한 국내 Y 화력발전소에서 배출되는 석탄회로 Na-A 제올라이트[4]와 Na-X 제올라이트[5]를 합성하여 Sr(II) 이온의 제거특성에 대해 연구하였다. 본 연구에서는 국내 Y 화력발전소에서 배출되는 석탄회로 합성한 Na-X를 사용하여 Cs 이온에 대한 흡착특성을 알아보기 위하여 실험계획법 중 반응표면분석법을 이용하여 연구를 수행하였다. 회분식 실험을 통해 시간에 따른 농도변화 자료를 얻고 속도식과 등온식에 적용하여 비교하였다.

결과 및 고찰

본 연구는 비산재로 합성한 제올라이트 X를 이용하여 Cs 이온의 제거 특성을 알아보기 위하여 반응표면분석법을 이용한 회분식 실험을 수행하였다. 통계학적 분석에 의해 도출된 모델식은 완전 2차항 보다는 선형+상호작용 모델식이 더 유의한 것으로 나타났으며, 결정계수는 96.4%와 수정 결정계수는 93.1%로 분석되었다. 또한 반응모델의 잔차분석 결과에 의하면 정규성, 등분산성, 독립성 그리고 선형성을 모두 만족하여 모델이 적합한 것으로 나타났다. 모델식의 주효과 인자는 pH, Cs 이온의 농도, 그리고 용액 온도의 순으로 효과가 작아지는 것으로 조사되었다. 본 연구의 최적 반응조건은 Cs 이온의 농도 300 mg/L, 온도 60°C, pH 7.7으로 예측되며 예상되는 흡착량은 182 mg/g 이었다. 회분식 실험 결과에 의하면 흡착속도는 유사 2차 속도식에 잘 만족하였으며, 등온 흡착실험결과는 다단복합흡착인 Redlich-Perterson 등온식에 잘 만족하였다. Langmuir 등온식에 의한 최대 흡착량은 151.52mg/g 이었다.

참고문헌

1. Remenárová, L., Pipíška, M., Florková, E., Augustin, J., Rozložník, M., Hostin, S., Horník, M., "Radiocesium adsorption by zeolitic materials synthesized from coal fly ash", *Nova Biotechnologica et Chimica*, **13**, 57-72 (2014).
2. El-Dessouky, M. I., El-Naggar, M. R., El-Rahman, K. M. A., El-Kamash, A. M., "Thermodynamic and fixed bed studies for the removal of Cs⁺ and Sr²⁺ ions from aqueous solutions using fly ash based Na A-X zeolite blend", *Interna. J. Environ. Eng. Sci.*, **2**(1), 117-134 (2011).
3. Lee, C. H., Park, J. M., Lee, M. G., "Adsorption characteristics of Sr(II) and Cs(I) ions by zeolite synthesized from

coal fly ash", *J. Environ. Sci. Intern.*, **23**(12), 1987-1998 (2014).

4. Lee, C. H., Kam, S. K., Lee, M. G., "Removal characteristics of Sr ion by Na-A zeolite synthesized from coal fly ash generated from thermal power plant", *J. Environ. Sci. Intern.*, submitted (2017).
5. Lee, C. H., Kam, S. K., Lee, M. G., "Adsorption characteristics of Sr ions by coal flyash-based-zeolite X using response surface modeling approach", *J. Environ. Sci. Intern.*, submitted (2017).

포스터세션 III

3월 30일(목) 13:30~15:15

부산 웨스틴조선호텔 Orchid 복도 및 Foyer

1급, 2급, 3급, 및 입체장애 아민 흡수제의 이산화탄소 흡수 평형 특성

이종섭, 문중호, 박영철, 민병무*
 한국에너지기술연구원, 서울과학기술대학교 화공생명공학과

CO₂ Absorption Equilibrium Characteristics of Primary, Secondary, Tertiary, and Steric Hindrance Amines

Jong-Seop Lee, Jong-Ho Moon, Young Cheol Park, and Byoung-Moo Min*
 Korea Institute of Energy Research

Amine based solvents for carbon dioxide removal continue to be of great interest because they are thermodynamically and kinetically selective for CO₂. A CO₂ absorption solvent can be defined as chemical solvents (primary, secondary, tertiary and steric hindrance) and physical solvents. In this study, MEA (primary), DIPA (secondary), MDEA (tertiary), AMP (Steric hindrance) and their mixtures were chosen as chemical solvents. The solubility of CO₂ has been measured from 40 to 120°C in a various mixing combination of solvents by the static method. Results were correlated by Kent Eisenburgh, Debye Huckel, and Electrolyte NRTL models.

Reference

1. Deshukh R. D., and Mather A. E., *Chemical Engineering Science*, **36**, 355-362 (1981).
2. Austgen D. M., Rochelle G. T., Peng X, Chen, C-C., *Ind. Eng. Chem. Res*, **28**, 1060-1073 (1989).

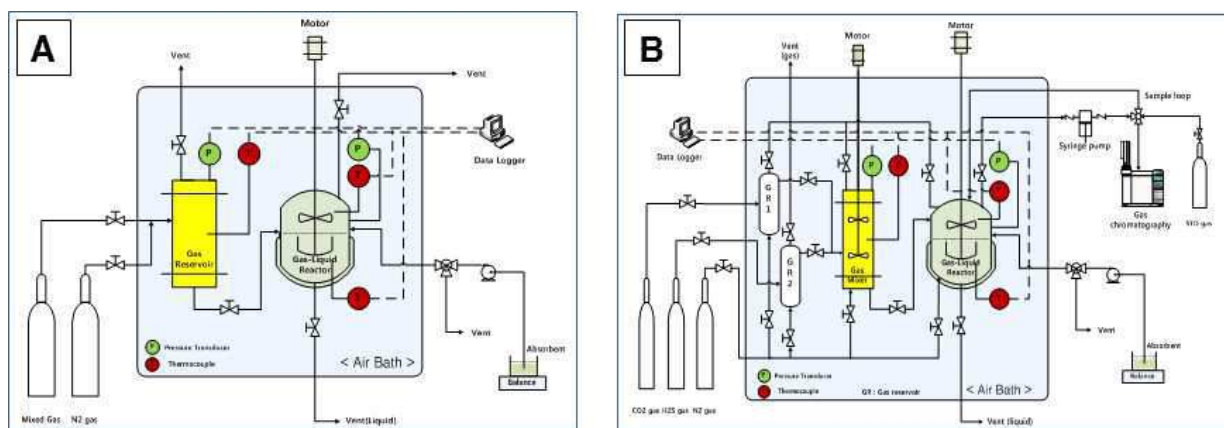


Figure 1. Schematic diagram of experimental apparatus : (A) for single amines, (B) for mixed amines

선박의 배가스 내 오염물질 처리시스템에서 효율적인 NO 산화를 위한 건식산화제 제조용 촉매공정의 적용

장정희¹, 최희영¹, 신우진¹, 한기보^{1,*}
¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

Application of Catalytic Dry Oxidizing Agent Production Process for Efficient NO Oxidation in Pollutant Treatment System of Ship Exhaust Gas

Jung Hee Jang¹, Hee Young Choi¹, Woo Jin Shin¹, Gi Bo Han^{1,*}
¹Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

기존 연구에서 촉매 공정을 통하여 생성된 건식산화제를 이용하여 실험실규모 모사 배기가스 내 NO에 대한 산화실험을 수행하였으며, 그 결과 NO가 산화됨을 확인하였다[1]. 이러한 촉매공정을 스케일-업하여 현장에 적용하기 위해서는 실제 배기가스에 포함된, 가스 및 입자상 오염물질이 촉매 공정을 통하여 생성된 건식산화제에 미치는 영향을 확인하여야 한다. 본 연구에서는 선박 배가스 내 오염물질 제거를 위한 처리 시스템의 효율적인 NO 산화를 위하여 건식산화제 제조용 촉매공정의 적용성을 평가하였다. 이를 위하여 1 ~ 10 m³/min의 유량을 처리하는 데 필요한 건식산화제 제조용 촉매반응시스템을 제작하였으며, 엔진으로부터 발생하는 배가스의 일부를 촉매 반응기에서 생성된 건식산화제와 반응할 수 있도록 산화공정이 구성되었다. 이 때 엔진과 촉매반응시스템 상 다양한 운전조건(건식산화제의 주입량, 배가스 온도, NO 농도, 엔진 부하량)의 조합으로 얻어진 배가스 조건에 따라 효율적인 NOx 처리를 위한 산화공정에서 NO 전환특성이 조사되었다.

참고문헌

1. J. H. Jang, H. Y. Choi, G. B. Han, *Clean Technology*, **21**(2), 130-139 (2015).

활성탄 표면개질공정에 사용되는 활성탄 내 알칼리금속 회수를 위한 세척공정 최적화

정희숙¹, 이기쁨¹, 김석휘¹, 김호¹, 홍범의^{1*}

¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부

Optimization of Washing Process for Alkali Metal Recovery in Surface Modified Activated Carbon

Hee Suk Jung¹, Gi Bbum Lee¹, Seok hwi Kim¹, Ho Kim¹, Bum Ui Hong^{1*}

¹Plant Engineering Division, Institute for Advanced Engineering

산업현장에서 발생하는 고농도의 VOCs는 현재 상용화된 처리기술로 활성탄 흡착과 저온응축이 대표적이다. 활성탄 흡착은 일반적으로 400~2,000 ppmv, 저온응축은 5,000 ppmv 이상에서 적용된다. 저온응축은 냉각시설을 구비 및 운전비용이 높다는 단점으로 인해 국내 대부분의 VOCs 배출 사업장에서 활성탄 흡착기술을 적용하고 있다. 현재 국내 대부분의 중소규모 시설에서 VOCs 처리는 비교적 가격이 저렴한 활성탄이 사용되고 있다. 활성탄에 의한 흡착제어 방법은 설치비가 비교적 저렴하고 관리가 용이한 장점을 가지고 있지만, 흡착제를 재활용하기 위한 재생온도가 높고 재생된 활성탄의 수명이 한계가 있어 경제성이 낮은 문제점을 갖고 있다. 이러한 활성탄의 경제성을 높이기 위해 활성탄의 비표면적을 증가시키기 위해 표면처리 및 표면개질 연구가 진행되고 있으며 표면개질을 위해 알칼리 금속(KOH)이 다량 사용된다. 활성탄의 표면개질을 통해 흡착능을 증가시키는 연구는 많이 진행되어 왔지만, 개질에 사용된 알칼리 금속에 대한 회수나 처리에 대한 연구는 거의 전무하다. 따라서 활성탄의 표면개질에 사용되는 알칼리금속을 회수하여 재이용함으로써 보다 경제적이면서 친환경적인 공정을 구축하고자 하며 이를 위해 표면개질 처리된 활성탄을 세척하여, 세척수 내 다량 함유된 알칼리금속을 증발 농축하여 회수하고자 한다. 본 연구에서는 표면개질 처리된 활성탄 내에서 알칼리 금속을 회수하기 위해 세척공정을 최적화하고자 하였다. 표면개질된 활성탄을 증류수에 세척하였으며, 교반시간, 교반속도, 세척수 양, 세척횟수 등의 조건을 달리하여 세척효율을 비교 평가하였다.

용사코팅을 적용한 반도체 스크러버 챔버의 내구성 향상 연구

정희숙^{1,*}, 오두영¹, 송형운¹
¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부

Study on Improvement of Durability of Semiconductor Scrubber Chamber Using Thermal Spray Coating

Hee Suk Jung^{1,*}, Doo Young Oh¹, Hyungun Song¹
¹Plant Engineering Division, Institute for Advanced Engineering

반도체 제조공정에서 사용하는 스크러버 내의 챔버는 내식성을 요하며 이에 대한 많은 연구들이 이루어지고 있다. 그러나 내식성이 뛰어난 소재로 부품 전체를 교체하기에는 가격적인 면에서 경쟁력이 떨어지기 때문에 모재에 코팅이나 클래딩을 이용하여 내구성을 향상시키기 위한 노력이 계속되고 있다. 용사법(thermal spray process)은 부재의 표면에 빠른 속도로 원하는 기능을 가진 코팅을 형성하여 표면성능을 향상시키는 방법으로, 우주·항공, 자동차, 기계 등의 다양한 산업분야에 널리 적용되고 있다¹⁻³). 용사법에는 다양한 공정변수들이 있으며, 이 공정변수들이 코팅의 특성에 많은 영향을 미친다. 따라서 양질의 코팅을 얻기 위해서는 공정변수가 코팅특성에 미치는 영향에 대한 비교분석이 필요하며, 이 분석 결과를 바탕으로 코팅최적인자의 도출이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 부품의 내구성 및 수명을 향상시키기 위해 용사코팅을 적용한 코팅시편을 공정변수에 따라 제작하고 그 특성을 비교 평가하였으며, 고온과 HF가스의 극한 환경 하에서의 내구성을 평가하고자 부식가속실험을 수행하였다. 또한 용사코팅을 적용한 챔버를 제작하여 반도체 페가스 환경에서의 부식정도를 측정하고 용사코팅 전후 챔버의 부식정도를 비교 평가하였다.

참고문헌

1. K. Ghosh, T. Troczynski and A. C. D. Chaklader, *J. of Thermal Spray Technology*, **7**, 78-86 (1998).
2. Kavian Cooke et al., *Surface & Coatings Technology*, **202**, 185-188 (2007).
3. K.T. Kim and Y.S. Kim., *J Korean Soc Power Syst Eng.*, **16**(2), 54-59 (2012).

NO 산화를 위한 건식산화제 제조용 촉매공정에 주입되는 액상 원료 주입량에 따른 NOx 전환 특성

최희영¹, 장정희¹, 신우진¹, 한기보^{1,*}
¹고등기술연구원, 플랜트엔지니어링센터

NOx Conversion with the Amount of a Liquid-Phase Reactant Injected into the Catalytic Dry Oxidizing Agent Production Process for NO Oxidation

Hee Young Choi¹, Jung Hee Jang¹, Woo Jin Shin¹, Gi Bo Han^{1,*}
¹Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

질소산화물은 광 스모그, 오존층 파괴 및 산성비의 원인이 되며, 이러한 문제를 해결하기 위하여 NOx 배출에 대한 환경규제가 점점 강화되고 있다. 특히, 국제해사기구(IMO)에서 규정하는 배기가스(SOx, NOx) 배출량 규제가 강화되어, 선박 배가스내 오염물질의 저감 기술개발의 필요성이 대두 되고 있다. 본 연구에서는 선박 배가스 내 NO산화를 위한 촉매공정에서의 액체산화제 유량에 따른 NOx 전환율에 대해 연구하였다. 촉매 반응기와 연결된 산화반응기 전후단 NO의 농도를 측정하여 유입농도 변화에 따라 NOx의 전환율 변화가 확인 되었다. 산화반응기로 유입되는 선박 배가스는 약 310 °C의 온도로 유지하였으며, 유량은 10 N/m³로 조절되었다. 산화반응기 내부의 온도는 500 °C로 조절되었으며, 20, 30, 40, 50 mL/min의 유량으로 액체산화제가 주입되었다. 그 결과, 촉매공정으로 주입되는 액체산화제 유량에 따라 NO의 농도가 초기 950 ppm에서 546, 496, 450, 414 ppm으로 감소하였다. 액체산화제의 유량이 20, 30, 40, 50 mL/min 으로 조절 되었을 때, NOx 전환율이 43, 48, 53, 56%로 확인 되었다. 따라서, 40 mL/min 이상의 액체산화제가 주입되었을 때, 선박 배가스내 NO 산화에 의한 NOx 전환율이 53% 이상으로 확인되었다.

PC-06

A Study on the Corrosion Inhibition Behavior by Dissolved Oxygen Elimination

Semi Han¹, Baek-Jin Kim^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology(KITECH)

Corrosion of oil pipeline surface result in causing significantly environmental pollutant such as CO₂, H₂S and then it decrease oil purity and gradually happen to pipeline leakage. Several methods of the most effective corrosion prevention were considered using the corrosion inhibitors (CI) such as polyaniline, polypyrrole amine type chemicals etc. Generally speaking, polymer (or organic materials) have elements which have with highly electron density are recommended useful for oil field. In our study we chose some CI comprising highly electron density and measured their corrosion speed, degree of corrosion. Finally we will observed the effective of corrosion inhibitors by dissolved oxygen elimination in 13wt% NaCl solution.

Effect on Polyolefin Mixtures on Adhesion Strength Between Aluminum Deposited PET Film and VCM

Semi Han¹, Dong Wook Kim², Youngkwan Lee², Baek-Jin Kim^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology(KITECH),

²Department of Chemical engineering, Sungkyunkwan University

Polyvinyl chloride(PVC) is used in various industries such as like artificial leather, records, packaging materials, pipes. However the use of plasticizer such as phthalates has caused environmental problem and then the amount of PVC consumption gradually decreased. In this study to develop alternative to PVC film a trying to respond to environmental regulations. We blended polyolefin mixture using HAAKE Rheomix internal mixer by various material ratio. Also we examined the thermal behavior of polyolefin mixtures by Dynamic mechanical analysis (DMA) to know glass transition temperature (T_g). Also we measured of their tensile strength and adhesion via UTM and Erichsen test machine respectively. It was found that Polyolefin mixture with tackifier and acrylic acid have tensile strength up to 4~5N and get the good adhesion result between aluminum deposited PET film and VCM.

무격막식 전기분해조를 이용한 전해수의 항균 특성 연구

허광선^{1,*}, 구교필²

¹경남정보대학교 신소재화공계열

²(주) 토일렉

Study on the Antimicrobial Properties of Electrolyzed Water Using a Electrolysis Tank

Kwangsun Huh^{1,*}, KyoPil Ku²

¹Department of Advanced Materials and Chemical Engineering,
Kyungnam College of Information and Technology,

²Toelect Corp.

전기분해 원리를 이용하여 무해한 소금물로부터 소독제를 생산하는 소독기술은 염소가스의 폭발 위험성이 적고 작동의 편의성, 관리가 용이하다는 면에서 염소를 대체할 수 있는 친환경 소독제로 평가 받고 있다. 본 연구에서는 변기 물탱크 내부에서 전기분해를 통하여 변기물을 전해수로 변환함으로써 변기물을 살균하는 전해수를 개발하고자 한다. 소금물을 무격막식 전기분해조에 염분농도, 전류, 반응시간의 영향을 전기분해에 의한 제조한 전해수(NaOCl)에 대한 항균능을 평가하였다. 본 전해수의 항균능을 확인하기 위하여 ASTM E 2315-16에 따라 E. coli (Gram negative) 및 S. aureus (Gram positive)를 시료에 접종하는 방식으로 시험하였다. 시료에 시험균액을 접종하고 상온 (22 ± 2) °C]에서 10분간 방치한 후, 생균수를 측정하여 각 균주에 대한 살균감소율을 확인한결과 전해수 0.6% 대한 10분 후의 log reduction 값은 E. coli 및 S. aureus에 대하여 각각 > 5.4 및 > 5.2로 나타났다 .

전주도금법을 이용한 Screen Micro Mesh 제조 공정 개발

허광선^{1,*}, 배영한²
¹경남정보대학교 신소재화학계열
²(주) 한성이스텍

Study on the Antimicrobial Properties of Electrolyzed Water Using a Electrolysis Tank

Kwangsun Huh^{1,*}, Younghan Bae²
¹Department of Advanced Materials and Chemical Engineering,
 Kyungnam College of Information and Technology,
²Hansung E.G.Tech.Co.,LTD.

스크린 인쇄(Screen printing)는 각종 휴대용 멀티미디어 기기, OLED, 태양전지 및 플렉시블 소자 등 다양한 분야의 제조과정에서 널리 활용되는 공정이다. 최근 각종 전자제품들의 경박 단소화 되는 추세에 부응하기 위해 제품 생산에 이용되는 패키징 기술의 고집적화와 피치의 미세화가 요구되고 있으며, 이는 기존의 접합 공정을 소형화하는데 어려움을 극복하고 정밀 미세 범프(bump)의 형성 기술개발과 신뢰성 확보라는 중요한 과제를 갖고 있다.

스크린인쇄 분야가 산업의 영역이 확대됨에 따라 전주도금(Electroforming)의 기술의 중요성은 급격히 커지고 있다. Photolithography 기술과 결합된 Electroforming 기술은 모든 제반 산업분야의 핵심 기술로 자리 잡고 있다. Screen Micro Mesh는 개방형 패턴을 지닌 얇은 막(membrane)으로서 패턴 하고자 하는 표면 위에 Screen Micro Mesh 를 얹고 물질을 증착시키면 Screen Micro Mesh에 정의된 개방패턴이 표면 위로 전사된다. Shadow Mask 를 사용하면 단일공정으로 원하는 패턴을 제작할 수 있고, 패턴을 하는 표면 위에 직접 증착을 하여 부가적인 식각공정이 필요하지 않으며, 또한 Photoresist 가 필요 없다. 그리고 Screen Micro Mesh 는 반영구적으로 사용 할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구는 Photo lithography 기술과 결합된 Electroforming 기술로 Screen Micro Mesh를 전주도금을 이용하여 제조하는 공정을 개발하였다.



그림1. Screen Micro Mesh 제조공정도



그림2. 전주도금 개발 장치

5겹 압착/소결 금속필터의 내부식성 향상을 위한 경질크롬 도금 특성

황상연¹, 정석우¹, 김민정², 이동복²¹고등기술연구원, ²성균관대학교

Hard Chromium Plating Properties for Improving Corrosion Resistance of 5-layer Pressed/Sintered Metal Filter

Sang Yeon Hwang¹, Seok Woo Chung¹, Min Jung Kim², Dong Bok Lee²¹Institute for Advanced Engineering, ²Sungkyunkwan University

석탄가스화복합발전은 원료인 석탄을 산소와 반응시켜 수소와 일산화탄소를 주성분으로 하는 합성가스로 전환한 뒤 불순물을 정제 공정을 거쳐 천연가스와 유사한 수준으로 제거한 후 가스터빈이나 증기 터빈 등으로 전기를 생산하는 고청정 고효율 발전기술로서 직접 연소 발전에 비해 온실가스 감축 및 신기후체제에서 석탄의 새로운 활용방안을 제시할 수 있는 청정석탄화력 활용기술이다. 국내에서도 정부의 거듭된 CO₂ 절감 요구에 부응하여 300 MW급 IGCC 플랜트가 건설되어 시운전 중에 있다. 그러나 석탄가스화 복합발전의 경우 후단 가스터빈 블레이드의 보호를 위해 합성가스 중에 포함된 5 μm 이상의 분진입자를 10 ppm 이하까지 제거해야 되는데 합성가스에 포함된 부식성 가스인 H₂S 등에 의해 필터의 수명이 단축되는 문제점을 가지고 있다. 또한, 국내에서는 집진필터 기술이 상용화되지 못하여 해외에서 생산되는 고가의 세라믹 필터 등을 적용하고 있으나, 필터의 재질 특성상 기계적, 열적 충격에 약하며 압력손실이 커서 집진장치의 장시간 연속운전에 방해요인으로 작용할 수 있으며, 대체품이 개발되지 않아 향후 지속적으로 수입제품을 사용해야 하는 실정이므로 기계적 강도 및 열적, 화학적 내구성이 강한 금속필터 기술 개발을 통해 장시간 안정적인 운전이 가능할 것으로 판단된다. 이에, 본 연구에서는 국산화 기술로 제작된 5겹 압착/소결 금속필터를 대상으로 전기도금법을 적용하여 SUS 316L 재질의 필터 지지체 표면에 내마모성, 내식성을 향상 시킬 수 있는 경질크롬 코팅을 진행하고 SEM, EDX 분석 등을 통하여 내부식성 향상도 및 코팅 특성을 파악하였다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20143030050070)

참고문헌

1. 정석우, “상용급 합성가스 제조공정 적용을 위한 내부식성 금속필터 국산화 기술 개발,” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, 2015
2. 이종일, “표면 분석법을 이용한 경질 3가 크롬 도금 공정 변수 간 상관도 분석,” 한국표면공학회 춘계학술대회논문집, 2009
3. 박상연, “황산크롬욕을 이용한 경질크롬 도금,” 한국표면공학회 춘계학술대회 논문집, 2003

in-situ DRIFTS를 이용한 N₂O/NO_x 동시저감 Fe-BEA 촉매의 수증기에 의한 비활성화 원인 연구

백정훈¹, 박지혜¹, 황라현¹, 이광복^{2,*}

¹충남대학교 에너지과학기술대학원, ²충남대학교 화학공학교육과

in-situ DRIFTS Study of Steam-caused Deactivation of the Fe-BEA Catalyst for N₂O/NO_x Simultaneous Reduction Reaction

JeongHun Baek¹, JiHye Park¹, RaHyun Hwang¹, KwangBok Yi^{2,*}

¹Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University,

²Department of Chemical Engineering Education, Chungnam National University

N₂O는 IPCC가 지정한 6대 온실가스 중 하나로 지구온난화에 미치는 영향이 CO₂에 비해 310배에 달한다. 또한 N₂O는 NO, NO₂와 같은 질소산화물(NO_x)과 함께 발생되며 다른 질소산화물에 비해 매우 안정하여 대기 중에서 약 120년 동안 잔류하며 지구온난화와 함께 오존층을 파괴하는 원인 물질로 알려져 있다. N₂O와 NO_x를 저감하는 공정은 암모니아나 urea를 환원제로 사용하는 선택적 촉매 환원 공정에서 NO_x를 제거하고 촉매 분해 공정에서 N₂O를 제거하는 공정이 연속적으로 진행된다. 저감 공정이 두 단계로 구성되어 있다는 것과 분해 공정이 높은 온도에서 진행되는 점은 많은 에너지를 소비해야 하는 단점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 N₂O와 NO_x를 동시에 저감하는 기술이 주목을 받고 있지만 배가스 내에 존재하는 수증기, 황산화물과 같은 불순물 때문에 N₂O의 전환율이 저하되는 현상이 발생하여 이를 해결하기 위한 노력이 필요하다. 본 연구에서는 N₂O와 NO_x를 동시에 저감하는 Fe-BEA 촉매가 수증기에 의해 활성이 저하되는 현상을 반응 실험을 통해 확인하였으며, 촉매의 활성점에서 N₂O와 NO의 환원 과정과 이들이 환원되면서 산화된 촉매를 다시 환원하는 과정을 수증기가 있는 조건과 없는 조건으로 나누어 각 과정에서 촉매 표면의 작용기 변화를 in-situ DRIFTS를 이용하여 분석하였다. 분석결과를 토대로 SCC-DFTB 방법으로 컴퓨터 모델링을 통해 수산화기가 발달한 제올라이트 구조를 최적화하여 제시하고 이 구조에 N₂O와 NO가 흡착되는 흡착 에너지를 계산하여 비교하였다. 위 결과를 종합적으로 분석하여 Fe-BEA 촉매의 수증기에 의한 비활성화 원인을 제시하였다.

참고문헌

1. H. J. Lee, K. S. Chang, Y. S. Park, and J. W. Woo, *Appl. Chem.*, **10**(1), 244-247 (2006).
2. D. A. Bulushev et al., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **46**, 4178-4185 (2007).
3. T. H. Choi, *Chem. Phys. Lett.*, **543**, 45-49 (2012).
4. M. Ahrens, O. Marie, P. Bazin, and M. Daturi, *J. Catal.*, **271**, 1-11 (2010).
5. R. Kefirov, E. Ivanova, K. Hadjiivanov, S. Dzwigaj, and M. Che, *Catal. Lett.*, **125**, 209-214 (2008).

PC88A에 의한 저농도 희토류 용액의 용매추출 거동 연구

박경수^{1,*}, 안낙균¹, Basudev Swain¹, 이찬기¹
¹고등기술연구원 신소재공정센터

Study on Solvent Extraction Behavior of Low Concentration Rare Earth Solution by PC88A

Kyung-Soo Park^{1,*}, Nak Kyoon Ahn¹, Basudev Swain¹, Chan Gi Lee¹
¹Institute for Advanced Engineering(IAE), Advanced Materials & Processing Center

희토류(Rare Earth Elements)는 원소기호 57번부터 71번까지의 란타넘계 원소 15개와 21번인 스칸듐(Sc) 그리고 39번인 이트륨(Y) 등 총 17개 원소를 총칭한다. 이러한 희토류는 화학적으로 매우 안정하고 열을 잘 전도하는 특징이 있으며 상대적으로 탁월한 화학적, 전기적, 자성적, 발광적 성질을 갖는다. 현대사회에서 희토류는 전기 및 하이브리드 자동차, 풍력발전, 태양열 발전 등 21세기 저탄소 녹색성장에 필수적인 영구자석 제작에 꼭 필요한 물질이나 희토류가 매장되어있는 광산은 한정되어있고 그 양도 미미한 상태이다. 희토류 생산량의 97 %가 중국에서 이루어지는데 2010년부터 중국은 자국 내 희토류 생산량을 제한하고 수출량을 감축하며 희토류에 부과하는 세금을 대폭 인상하는 등 자원무기화 하려는 모습을 나타내고 있다. 국내의 경우 희토류는 생산에 비해 수입에 의존하고 있어 희토류 자원 확보 및 원천 기술이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 저농도 희토류 용액으로부터 희토류를 분리/회수하는 원천 기술을 개발하고자 한다. 희토류를 추출하기 위한 추출제로는 phosphoric acid계인 PC88A를 사용하였고 희석제는 ESCAID 110(Exxol D 80)을 이용하여 추출제의 농도를 조절하였다. 평형 pH에 따른 추출 거동과 희토류간의 분리계수를 비교하였으며 추출제 농도 변화에 따른 희토류의 추출 거동 연구를 수행하였다. 추출 상비(O/A) 실험을 통해서 희토류의 농축효과를 확인하였고 추출 상비 실험 Data를 바탕으로 하여 McCabe-Thiele diagram을 작도하고 추출 단수 설정하였다. 실험 샘플은 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer(ICP-MS)를 사용하여 희토류를 분석하였다.

20 톤/일급 석탄가스화기 시스템 집진장치 적용 내부식성 금속필터의 차압특성

전동환¹, 이재만¹, 김효식¹, 정기진¹, 정석우^{1,*}
¹고등기술연구원

Pressure Difference Characteristics of Coating Metal Filter Applied to 20 TPD Coal Gasifier Filter System

Dong-hwan Jeon¹, Jae-man Lee¹, Hyo-sik Kim¹, Ki-jin Jeong¹, Seok-woo Chung^{1,*}
¹Institute for Advanced Engineering

석탄가스화기 출구를 통해 이송되는 합성가스에는 회분과 같은 입자상 오염물질이 혼합된 상태로 배출되며, 이러한 합성가스를 발전용 가스터빈 연료로 사용하기 위해서는 입자상 오염물질 농도를 일정 수준 이하로 제어해야 하므로 고효율의 집진장치 적용이 필요하다. 현재 국외에서 운전되고 있는 석탄가스화 상용 플랜트에서는 가스화기 후단의 집진장치에 세라믹 필터가 주로 사용되고 있으며, 일부 플랜트에서는 금속필터가 사용되고 있다. 세라믹 필터의 경우에는 고온에서 사용이 가능하고 부식성 가스에 대한 부식 문제가 없다는 장점이 있지만 집진장치 운전과정에서 상온의 역세가스 공급에 의한 열충격 및 기계적 강도가 낮아 손상되는 단점이 있는 것으로 알려져 있다. 반면에 금속필터의 경우에는 기계적 강도가 우수한 장점은 있지만 합성가스에 함유된 CO, H₂, H₂S 및 부식성 가스에 의한 부식으로 필터가 손상되는 단점이 있는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 충분한 강도를 가지기는 하지만 금속필터의 단점으로 알려진 부식 문제를 최소화할 목적으로 내부식성 금속필터 국산화 기술개발을 진행하고 있으며, 이러한 기술개발의 일환으로 본 연구를 통해 제작된 내부식성 금속필터를 20 톤/일급 석탄가스화기 후단에 구축된 집진장치에 설치한 후 운전특성 및 합성가스에 의한 여과면 오염상태를 확인하였다. 그리고 시험 결과 석탄가스화 운전과정에서 집진필터의 역세운전에 따른 집진필터 차압변화는 기존에 사용되었던 금속필터와 큰 차이를 보이지 않음을 확인하였으며, 이에 추가로 석탄가스화 운전 종료 후 내부식성 금속필터의 여과면 부식상태에 대한 분석을 진행하였다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20143030050070)

해수담수화 공정 연계 경화체 제조시 알칼리수용액 저장에 관한 연구

박병현^{1,*}, 김윤현¹, 김해기¹, 이주열¹, 최진식^{1,2}
¹주에니텍 기술연구소, ²경희대학교 환경응용과학과

A Study on the Storage of Alkaline Aqueous Solutions in the Preparation of Cured material connected with Desalination Process

Byung Hyun Park^{1,*}, Hae Gi Kim¹, Ju Yeol Lee¹, Jin Sic Choi^{1,2}
¹Technology Insitute, ANYTECH Co., Ltd.,
²Dept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University

본 연구에서는 해수담수화 부산물인 농축수를 전기분해하여 나온 알칼리 수용액을 고로슬래그의 경화체로의 제조를 위한 자극제로 사용함에 따른 저장 가능성 등에 관한 검토를 하고자 기초실험을 진행한 결과에 관한 것이다. 본 연구를 통해 최종적으로 설계/제작하여 현장에 적용 하고자 하는 알칼리활성 반응을 이용한 경화체의 제조장치는 일반적인 블록 등의 경화체 제조장치에서 바인더 간의 결합을 위해서 물을 사용하는 것과 달리 산업부산물의 잠재수경성을 이용한 결합력을 사용하여야 하기 때문에 알칼리 수용액을 사용하게 되고, 이로 인해 장치가 알칼리활성 수용액에의 노출에 따른 물성 변화가 예상된다.

다시 말해, 알칼리 활성 경화체 제조공정에서 필수적으로 사용하게 되는 알칼리 활성 용액 주입에 따른 혼합장치 및 보관설비의 부식이 우려가 되며, 또한, 외기 노출 시 액상의 농도의 저하가 예상되어 조건별 성능시험을 통해 검토하고자 하였다.

본 연구는 국토교통부 플랜트연구개발사업의 “해수담수화 플랜트 부산물 활용 경화체 연속 생산 시스템” 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다. (과제번호 16IFIP-B065893-04)

참고문헌

1. S.S. Park and S.G. Choi, *J. Korean Geotechnical Soc.*, **29**(4) 45-56 (2013).
2. J. W. We, Master's Thesis, Konkuk University (2010).
3. G. H. Yang, J. G. Song, The Properties and Applications of Alkali-Activated Concrete with No Cement, Magazine of the Korea Concrete Institute, March (2007).

20 톤/일급 석탄가스화 운전제어시스템 운용 특성

변용수¹, 정우현^{1*}, 이승종¹, 정석우¹, 이재만¹
¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부

Characteristics of 20 Ton/Day Coal Gasification Operating Control Systems

Byun yong soo¹, Jung woo hyun^{1*}, Lee seung jong¹, Jung seok woo¹, Lee jae man¹
¹Plant engineering division, Institute for Advanced engineering

IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle, 석탄가스화 복합발전) 기술은 석탄가스화시 생성된 CO와 H₂를 이용하여 전기를 생산하는 기술로, 가스터빈에서 1차 발전하고, 증기터빈에서 2차 발전하는 복합발전 방식으로 기존 미분탄 화력발전에 비해 높은 발전효율을 낼 수 있다. IGCC 기술은 가스화 반응으로 인해 석탄에 함유된 황(S)과 질소(N)를 황화수소(H₂S)와 암모니아(NH₃)로 배출하여 정제공정에서 제거가 용이하지만, 고온/고압 반응기 내부에서 가스화 반응 후 발생하는 미세분진의 제거가 원활하지 않을 경우 후단 정제공정의 효율 감소는 물론 후단설비 고장의 원인을 초래할 수도 있다.

본 연구에서는 IGCC 플랜트를 구성하고 있는 공정 중 핵심공정인 석탄가스화 공정의 국내 고유기술 확보를 위하여, 기 구축된 3톤/일급 석탄가스화 시스템의 성능향상 및 안정적인 운전 경험을 바탕으로 태안화력에 20 톤/일급 석탄가스화 운전제어시스템의 구성 및 설치 후 신뢰성 확보 및 운전 database를 구축하여 IGCC 실증플랜트 상용운전에 trouble shooting 자료로 활용을 목적으로 실험중에 있다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2011951010001B)

Keywords : 석탄가스화, 합성가스, 운전제어시스템, 운전 database, Test-bed

IGCC 실증플랜트 운전용 석탄시료의 Test-Bed에서 운전특성

변용수¹, 이승종^{1,*}, 정석우¹, 류상오¹, 김진호¹, 권인구¹

¹고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부

석탄가스화기에서 생성된 합성가스 성상이나, 가스화 시스템 주요 설비에서 포집된 분진 시료의 성상은 탄종이나 가스화 운전 조건에 따라 달라진다. 본 연구원에서는 3 톤/일급 분류층 가스화기를 이용하여 다양한 탄종에 대한 운전 특성 파악을 진행하였으며, 이를 토대로 실측자료를 동일한 기준을 적용하여 database화하는 작업까지 수행하였다.

운전자료 database화 작업은 석탄가스화 운전과 주요 설비 inspection 과정을 통해 취합된 모든 실측자료를 엑셀을 기반으로 하여 석탄가스화 실험 전 원탄 및 미분탄의 분석자료, 가스화 실험 중 운전자료, 가스화 실험 후 주요 설비별 발생 시료 분석자료 등 총 3 부분으로 나누어 database화 하였다. 또한 취합된 실측자료를 탄종에 따라 원탄 및 미분탄의 분석값의 차이, 운전 조건에 따른 합성가스 조성 변화, 운전 후 발생 시료 성상 변화 등을 용이하게 파악할 수 있도록 진행하였다. 석탄시료의 분석은 공정별 수집한 시료에 대해 입도분석, 공업분석, 원소분석, 발열량분석, 회용융점 분석, XRF, SEM 등을 실시하였다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2011951010001B)

Keywords : 석탄가스화, 합성가스, 가스화기, 시료분석, Test-bed

CaSnO₃ 산소전달입자의 산화 환원 특성 분석

손은남¹, 이루세², 김수현², 백점인³, 류호정⁴, 손정민^{2,*}
¹전북대학교 에너지저장변환공학과, ²전북대학교 자원·에너지공학과,
³한국전력공사 전력연구원, ⁴한국에너지기술연구원

Analysis of Redox Characterization of CaSnO₃ Oxygen Carrier

Eun Nam Son¹, Roose Lee², Soo Hyun Kim², Jeom In Baek³, Ho Jung Ryu⁴, Jung Min Sohn^{2,*}

¹Department of Energy Storage & Conversion Engineering, Chonbuk National University,

²Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University,

³Korea Electric Power Corporation Research Institute,

⁴Korea Institute of Energy Research

최근 전세계적으로 지구온난화 문제가 심각하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 CO₂를 저감하기 위한 노력이 계속되고 있다. 여러 탄소 포집 기술중에서 매체순환연소(Cheical Looping Combustion)기술은 저비용 고효율 기술로 많은 주목을 받고 있다. 특히, 매체순환연소(Cheical Looping Combustion)에서의 산소전달입자의 역할은 매우 중요하다. 산소전달용량이 크고, 산소전달속도가 빠를수록 좋은 산소전달입자라고 할 수 있다. 이번 연구에서는 산소전달입자로서 CaSnO₃의 특성을 분석하였다. CaSnO₃가 산소전달입자로서 적절한지를 판단하기 위하여 TGA를 이용하여 산화환원특성을 분석하였으며, TPR을 이용하여 온도별 환원특성을 관찰하였고, XRD분석을 통해 입자의 결정상을 분석하였다. TGA는 900°C에서 등온조건으로 실험하였으며, 산화반응의 기체로서 Air를 사용했으며, 환원반응의 기체로서 15% CH₄/N₂, 15% H₂/N₂, 15% CH₄/CO₂, 15% CO/CO₂를 사용하였다. TGA 실험결과 15% H₂/N₂ 산화 환원반응에서는 산소전달용량이 마지막 10번째 cycle까지 대체적으로 증가하는 경향을 보였으며, 산소전달속도도 조금씩 증가하였으며, 15% CO/CO₂ 산화 환원반응에서는 cycle이 지속됨에 따른 산소전달용량과 산소전달속도의 변화가 거의 없었다. 15% CH₄/N₂ 산화 환원반응 역시 산소전달용량과 산소전달속도의 변화가 거의 없었다. 마지막으로 CH₄/CO₂ 산화 환원반응에서는 cycle이 지속됨에 따른 산소전달용량은 조금씩 감소하는 경향을 보였으며 산소전달속도는 증가하는 경향을 보였다.

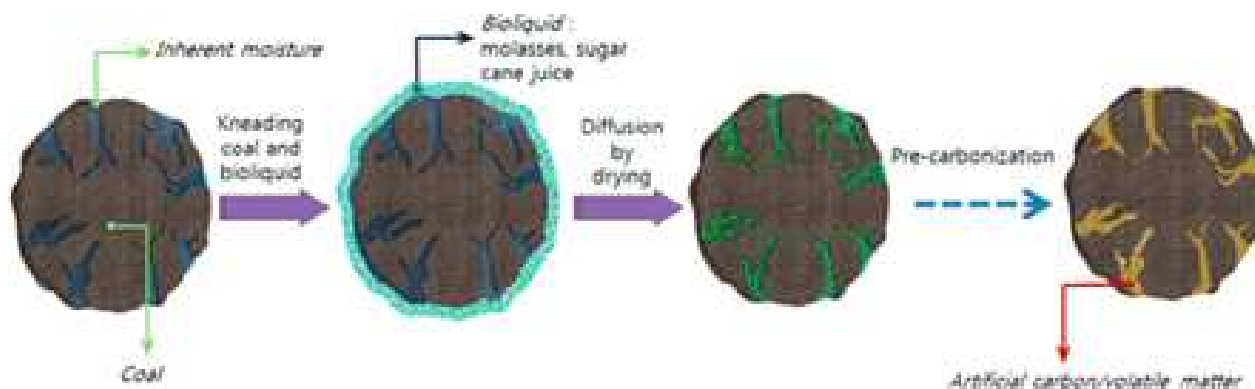
당밀이 함침 된 하이브리드 석탄 제조 및 성질

송규섭¹, 박주형¹, 이영주¹, 박세준¹, 최종원¹, 남궁훤¹, 김정근¹, 최영찬^{1,*}
¹한국에너지기술연구원

Preparation of Hybrid Coal with Molasses and Its Characterization

G-S Song¹, J-H Park¹, Y-J Lee¹, S-J Park¹, J-W Choi¹, H Namkung¹, J-K Kim¹, Y-C Choi^{1,*}
¹Korea Institute of Energy Research

석탄 화력발전소는 두 가지 독립적인 문제에 직면하고 있다. 먼저, RPS(Renewable Portfolio Standard)와 배출권 거래제에 따른 이산화탄소 감축을 준수해야 하며, 고급탄 수입의 불안정으로 인하여 저급탄을 사용해야 한다는 점이다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 탄소 포집 및 저장(CCS)과 석탄가스화 복합발전(IGCC)이 제안되어왔으며, 저급탄을 고온 및 고압으로 업그레이드해왔다. 그러나, IGCC는 많은 건설비용이 들고, 석탄 업그레이드는 화석연료에서 나온 첨가물과 열악한 작동 조건을 요구한다. 본 연구팀에서는 이러한 두 개의 문제점을 동시에 해결할 수 있고 기존 발전소에 그대로 적용할 수 있는 하이브리드 석탄(Hybrid Coal, HCK)을 개발하였다. 하이브리드 석탄은 two-in-one 연료로서 당밀이나 사탕수수로부터 추출된 바이오액을 석탄 내부의 기공으로 확산시키고 이를 탄화시킨 것이다. 이는 단순히 바이오매스와 석탄을 섞은 것과는 달리 하이브리드 석탄은 단일 연소 특징을 보여준다. 만일 하이브리드 석탄(바이오매스/석탄 비율 28 wt%)을 500MW 발전소에 사용한다면, 전체 CO₂ 배출은 저급탄 사용이나 제조탄 사용에 비해 21.2-33.1% 그리고 12.5-25.7% 줄어들 것이며, 요구되는 석탄 공급량은 저급탄에 비해 33% 감소될 것이다. 고유가와 앞선 문제들을 고려할 때 안정적인 재생에너지 공급이 필요하고, 하이브리드 석탄은 다양한 수용성 바이오매스가 하이브리드 석탄의 첨가제로 사용될 수 있기 때문에 혁신적인 저탄소 배출 에너지 기술로 평가된다.



[그림 1] 하이브리드 석탄 제조 과정

CFD Simulation에 의한 DPF 채널의 입구 형상에 따른 압력강하에 미치는 영향

염규인¹, 한단비¹, 이해원¹, 백영순^{1*}
¹수원대학교 환경에너지공학과

A Study on the Effect of Pressure Drop with Inlet Shapes of DPF Channel by the CFD Simulation

GuIn Yeom¹, Danbee Han¹, Hyewon Lee¹, Youngsoon Baek^{1*}
¹Department of Environment-Energy, Suwon University

자동차의 사용의 증가에 따라 매연발생이 증가하면서 매연규제정책은 계속해서 엄격해지고 있다. 이러한 매연규제 정책에 대응하기 위해서 DPF(diesel particulate filter)의 연구는 필수적이다. DPF의 성능과 유동 구조의 개선을 위한 연구는 대개 DPF의 성능 개선은 매연 재생(regeneration)과 미세 구조적 성질 그리고 포집 매커니즘에 따른다. 다공성 물질인 필터 내부에 매연이 포집됨으로써 다공성 물질의 porosity를 낮춰 압력 강화의 크기를 증대시키고, 필터 내부의 deep bed filtration이 완료되면 cake filtration이 일어나므로 인해 매연이 필터 내부까지 침투하지 못하고 필터의 표면에 쌓이므로 인해 압력강하가 증가하게 된다. 이러한 퇴적물의 변화를 살펴보기 위해서는 DPF 필터의 구조형상(isotropy/anisotropy 등) 및 웹의 두께, 셀의 밀도에 따른 PM 제거효율 및 압력(속도) 변화 등을 측정하여 DPF 성능의 최적화된 담체구조(형상)를 설계-제작할 필요가 있다. 본 발표에서는 CFD(Computational fluid dynamics)를 이용하여 DPF의 성능개선방안 중 입구 형상에 따른 효율을 실험하였다. 입구의 형상은 isotropy 와 anisotropy 그리고 채널의 출구대비 입구의 형상비를 크게 하여 모델링하였고, 효율의 판단은 입구속도에 따른 입구와 출구의 압력강하를 측정하여 수행했다.

본 연구는 환경부 “친환경자동차기술개발사업단”의 “CFD 해석을 통한 Anisotropy DPF 설계 최적화” 과제로 수행한 결과입니다.

참고문헌

1. Pletcher, D., and Walsh, F. C., Industrial Electrochemistry, 2nd ed., Chapman and Hall, London, 2001, pp. 256-269
2. Williams, A. C., Panagiotopolous, M. K., and Kenneth, H., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **39**(10), 4657-4665 (2003).
3. Berube, M. R., “Synthesis of Gel Membrane for Heavy Metals Removal,” Ph.D. Dissertation, University of Rochester, New York, 2005
4. Toomey, J. E., Jr., and Cluger, M. O., “Non-toxic spray paint,” U.S. Patent No. 4,589,968 (2006).
5. Berens, A. R., and G. S. Huvard, “Interaction of Polymers,” in K. P. Johnston, and J. M. L. Penninger, ed., *Supercritical Fluid Science*, ACS Symposium Seires 403, American Chemical Society, Washington, DC, 207-212 (1999).
6. Kim, Y., and Cho, M.-J., “Remediation of Contaminated Soil,” Paper No. A-16, AIChE National Meeting, Nov. 16, Houston, TX, (2004).

298.15–318.15 K 에서 Ethylene Carbonate + γ -Butyrolactone,
Dimethyl Carbonate + γ -Butyrolactone의 이성분계의 과잉물성

오하영¹, 구지은¹, 박소진^{1*}
¹충남대학교 응용화학공학과

Excess and Deviation Properties of Binary Systems for Ethylene
Carbonate + γ -Butyrolactone and Dimethyl Carbonate + γ -Butyrolactone
Systems at 298.15–318.15 K

Ha-Young Oh¹, Ji-Eun Gu¹, So-Jin Park^{1*}

¹Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, Chungnam National University

Since lithium is the most electropositive and the lightest metal, lithium ion batteries have potential to give high energy density and high specific current capacity and therefore they are considered as most promising rechargeable battery for different kind of power sources. In the last several years, the scientific understanding and technological development of electrolyte materials provide that Li cycling efficiencies in co-solvent electrolytes will be higher than in single solvent electrolytes. Therefore, research on various binary or ternary mixed solvents of electrolytes usually with cyclic or linear carbonates were performed. By the way, γ -butyrolactone (GBL) is also very attractive solvent for lithium-ion batteries because its permittivity is high enough to permit the dissociation of lithium salts and has a low melting point for low temperature application but high boiling point. In this work, therefore, excess molar volumes (V^E), deviations in molar refractivity (ΔR) and deviations in kinematic viscosity for the binary systems {ethylene carbonate(EC) + GBL}, {dimethyl carbonate(DMC) + GBL} were determined at various temperatures: 298.15 K, 308.15 K and 318.15 K by a digital vibrating tube densitometer, a precision digital refractometer and Ubbelohde viscometer, respectively. These experimental data were correlated with the Redlich-Kister polynomial.

천연광물질을 촉매로 이용한 혼합가스 (Steam + CO₂) 석탄 가스화 반응특성 연구

이루세¹, 김수현¹, 손은남², 손정민^{1,*}

¹전북대학교 자원·에너지공학과, ²전북대학교 에너지저장변환공학과

The Study of Character of Mixture Gas (Steam + CO₂) Coal Gasification Using Natural Mineral Catalysts

Roose Lee¹, Soo Hyun Kim¹, Eun Nam Son², Jung Min Sohn^{1,*}

¹Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk University,

²Department of Energy Storage & Conversion Engineering, Chonbuk National University

본 연구는 석탄을 이용한 대표적 청정기술인 석탄 가스화 기술을 기존에 앞선 실험들과 다르게 반응 가스를 Steam과 CO₂를 혼합하여 반응특성을 조사하였다. 이번 연구에서 사용한 석탄은 남동발전소에서 사용 중인 Adaro탄을 사용하였고, 이 Adaro탄에 광물질을 촉매로 혼합하여 촉매로서의 영향 및 Steam과 CO₂를 혼합한 반응가스가 가스화에 미치는 영향을 조사하였다. 기존에 본 실험실에서 사용하던 Steam가스화 공정 실험 장치에 반응가스를 Steam과 CO₂를 혼합가스가 주입되게 개선하였고, 이때 각각 실험온도 800, 850, 900 °C에서 Steam과 CO₂의 혼합비를 변경하여 실험을 수행하였다. 가스화 후 생성된 합성가스는 가스분석기와 GC (Gas Chromatography)를 이용해 수소 (H₂)와 일산화탄소 (CO), 이산화탄소 (CO₂), 메탄 (CH₄) 생성량을 구할 수 있었고 이를 이용해 탄소전환율을 계산하였다. 탄소전환율 80%에 도달하는 시간을 비교한 결과 동일한 촉매와 온도조건에서 Steam 200 cc/min + CO₂ 100 cc/min > Steam 100 cc/min + CO₂ 200 cc/min > Steam 300 cc/min > CO₂ 300 cc/min 순으로 나타났고, 동일한 반응가스와 온도조건에서는 Dolomite 5 wt% > Kaolin 5 wt% > No catalyst 순으로 나타났다. 그리고 생성된 합성가스의 조성을 비교한 결과 동일한 반응가스 조건에서 H₂와 CO의 총 생성량이 Dolomite 5 wt% > Kaolin 5 wt% > No catalyst 순으로 나타났다.

정적 미세액적 어레이 기반 화학물질 생산 박테리아 균주의 스크리닝 및 분리

이병진¹, 장성호², 정규열^{2,*}, 이창수^{1,*}
¹충남대학교 화학공학과, ²포항공과대학교 화학공학과

Microfluidic Static Droplet Array for Screening and Enrichment of Chemical Producing Nacteria

Byungjin Lee¹, Sungho Jang², Gyoo Yeol Jung^{2,*}, Chang-Soo Lee^{1,*}
¹Department of Chemical Engineering, Chungnam National University,
²Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology

Efficient screening method is decisive to maximize the yield of whole unit operation. As one of the most popular conventional methods, combinatorial approach consisting of random mutagenesis and screening has been widely used. The success of the combinatorial approach, however, still depends on the screening rate. Here we established a screening platform that combines a microfluidic static droplet array (SDA) and an artificial riboswitch to analyze the concentration of intracellular metabolite from single microbial cells. It was validated that concentration of intracellular L-tryptophan is evaluated by the fluorescence intensity by the riboswitch. Moreover, high-producing strains were successfully screened from a mutagenized library, exhibiting up to 145% compared to its parental strain. This platform will be widely applicable to strain improvement for diverse metabolite by applying new artificial riboswitches.

참고문헌

1. W. Liu et al., *Appl. Microbiol. Biotech.*, **99**, 2093-2104 (2015).
2. S. L. Sjostrom et al. *Lab Chip*, **14**, 806-813 (2014).

하수슬러지 연료화 기술 개발 및 제조특성

이영주^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 박세준¹, 남궁훤¹, 김정근¹, 전충환^{2,*}, 최영찬^{1,*}
¹한국에너지기술연구원, ²부산대학교

Development of Sewage Sludge Fuel and Its Characterization

Y-J Lee^{1,2}, J-H Park¹, G-S Song¹, S-J Park¹, H Namkung¹, J-K Kim¹, C-H Jeon^{2,*}, Y-C Choi^{1,*}
¹Korea Institute of Energy Research,
²Pusan Clean Coal Center, School of Mechanical Engineering, Pusan National University

석탄 화력발전소는 세계 전체 전력량의 40% 이상을 차지하는 핵심 전력기반이다. 하지만, 화석연료 기반인 석탄을 사용함에 따른 다량의 온실가스 배출은 다양한 환경적 이슈를 만들어 내고 있다. 2012년부터 시행된 RPS(Renewable Portfolio Standard, 신재생에너지의무할당제)에 의해 각 발전소에서는 발전량의 일부분을 우드펠릿이나 하수슬러지 같은 바이오매스로 전환하여 사용하고 있다. 본 연구에서는 하수슬러지의 낮은 품질을 그린카본(당에서 유래된 카본)을 이용한 업그레이드된 하이브리드슬러지(Hybrid Sewage sludge by KIER, HSK)를 개발하였다. 하이브리드슬러지는 상압의 조건에서 단순건조(105°C) 혹은 저온탄화(250°C)의 공정으로 제조되며, 하수슬러지의 인공 휘발분이나 탄소, 발열량을 향상시키게 된다. 탈수된 슬러지와 비교하였을 경우 하이브리드슬러지는 9-12 MJ의 발열량이 증가되며, 첨가된 그린카본과 하수슬러지와 연소거동은 two-in-one 연료의 형태로 연소가 진행되기 때문에 두 연료와의 반응성 차이에서 오는 발전소의 미연탄소분 증가에 대한 영향은 없는 것으로 분석되었다. 게다가, 하이브리드슬러지의 연소성능 뿐만 아니라, 제조하는 과정에서 발생하는 탈수소화나 탈카르복실화반응에 의한 표면의 소수성 특징은 제조된 하이브리드슬러지가 수송이나 저장하는 과정에서 발생하는 수분재흡착에 의한 연료손실이나 발열량이 떨어지는 것을 예방하게 된다. 이처럼, 제조된 하이브리드슬러지의 연료특성을 다양한 실험(공업, 원소, 발열량 분석, TGA, BET, FT-IR, LFR, Contact Angle, 수분재흡착, energy balance)을 통해 검증해 보려고 한다.



[그림 1] 하수슬러지 연료화 기술 제조 방법

고효율 수소생산을 위한 계층형 알루미나 지지체 기반 Ni-Ca 촉매에 대한 수증기 메탄 개질반응 연구

임은미^{1,3}, 정혜영¹, 구윤장^{1,3}, 김태용¹, 문건대², 박대원³, 임동하^{1,*}

¹한국생산기술연구원 에너지플랜트그룹, ²한국생산기술연구원 기능성소재부품그룹,
³부산대학교 화학공학과

A Study of Steam Methane Reforming for an Efficient Hydrogen Production Using Ni-Ca Catalyst Supported on Hierarchical Alumina

Eunmi Im^{1,3}, Haeyoung Jeong¹, Yunjang Gu^{1,3}, Taeyoung Kim¹, Geondae Moon²,
Dae-Won Park³, Dong-Ha Lim^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, Energy Plant Group,

¹Korea Institute of Industrial Technology, Functional Components & Materials Group,

²Department of Chemical Engineering, Busan National University

최근 기후변화 및 환경문제로 인해 친환경 미래 대체에너지원에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 특히 수소는 청정에너지원으로 환경 및 에너지 문제를 동시에 해결할 수 있는 미래 대체에너지원으로써 각광받고 있다. 현재 사용되는 수소생산 방법은 물 전기분해, 화석연료 수증기 개질 또는 부분산화, 태양광 등이 있다. 이러한 방법들 중에서 수증기 개질 공정은 전체 수소생산의 40%를 차지할 정도로 산업적으로 가장 널리 이용되고 있으나, 고가의 Pt, Au 등의 귀금속 촉매를 이용하여 수소를 생산하기에 높은 제조단가가 문제가 되고 있다. 이러한 고가의 귀금속 촉매를 대신할 저가의 니켈(Ni) 촉매가 각광받고 있지만, 니켈촉매는 고온에서의 개질반응 시 탄소침적(Carbon coking) 및 소결(Sintering)에 대한 심각한 문제가 발생한다. 또한, 개질촉매의 지지체는 활성금속의 입자크기 및 분산도(Metal dispersion), 금속-지지체 결합 강도(Strong metal-support interaction) 등에 영향을 미치는 요소로 알려져 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 거대기공(Macropore)과 미세기공(Micropore)을 동시에 가지는 계층형(Hierarchical) 다공성 알루미나를 지지체로 이용하여 니켈 기반 개질촉매를 개발하고자 하였다. 계층형 다공성 알루미나 지지체는 기공크기 조절 및 정렬이 가능하고 높은 비표면적을 가짐에 따라 효과적인 물질전달(Mass transfer) 및 활성점(Active site)을 극대화할 수 있다. 계층형 다공성 알루미나 지지체를 합성하기 위하여 폴리머(Polymer)를 템플레이트(Template)로 사용하는 EISA(Evaporation-induced self-assembly procedure)법을 이용하였으며, 주촉매로 니켈을 사용하였고 탄소침적(Carbon coking)을 최소화하기 위하여 조촉매로 칼슘(Ca)을 사용하여 개질촉매를 합성하였다. 계층형 다공성 알루미나 지지체를 적용한 니켈 기반 개질촉매는 기존 니켈촉매보다도 높은 메탄 전환율(Methane conversion)을 보였으며, 조촉매로 칼슘을 첨가하였을 때 탄소침적(Carbon coking)이 감소하는 것을 확인하였다. 이는 이중 기공을 가지는 다공성 알루미나 지지체의 구조적 특성으로 인해 반응가스가 원활하게 활성점과 반응할 수 있도록 물질전달 효과를 높였으며, 지지체와 활성금속간의 강한 상호작용으로 인해 높은 반응온도에서도 소결방지를 통해 높은 활성을 얻을 수 있었다. 또한 조촉매인 칼슘을 첨가함으로써 활성금속 표면에서의 탄소침적을 최소화하여 높은 촉매활성을 오랫동안 유지할 수 있는 내구성도 증대할 수가 있었다.

따라서 본 연구에서 계층형 다공성 지지체 및 조촉매를 적용함으로써 기존 니켈촉매가 가지고 있는 문제점을 극복할 수 있는 높은 활성과 내피독성을 가지는 천연가스 수소제조용 개질촉매를 개발하였다.

Keywords : 수증기메탄개질, 다공성알루미나, EISA법, 탄소침적, 소결현상

망간이 첨가된 매체순환연소용 Ilmenite계 입자의 환원/산화반응거동 연구

정용한¹, 박노국¹, 강미숙², 이태진^{1*}, 류시옥¹, 백점인³, 류호정⁴

¹영남대학교 화학공학부, ²영남대학교 화학과, ³한국전력연구원, ⁴한국에너지기술연구원

Reduction & Oxidation Behavior of Mn-Added Ilmenite for Chemical Looping Combustion

Yong Han Jeong¹, No-Kuk Park¹, Misook Kang², Tae Jin Lee¹, Si Ok Ryu¹,
Jeom-In Baek³, Ho-Jung Ryu⁴

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University, ²School of Chemistry, Yeungnam University,
³Korea Electric Power Research Institute, ⁴Korea Institute of Energy Research

현재 세계적으로 지구 온난화와, 그 주 원인 중 하나인 이산화탄소의 감축과 활용에 대해 많은 관심이 쏟아지고 있다. 현재 CCS 설비를 사용하여 이산화탄소가 활용되고 있는데, 이는 이산화탄소 포집 단계로 인해 발전 효율의 감소와, NOx 등 대기 오염물질 처리에 추가적인 비용과 설비가 발생한다. 이에 비해 CLC의 경우 배출 가스의 수분을 제거할 시 이산화탄소로만 구성되어 있기 때문에 추가적인 흡수/분리 공정이 필요하지 않다. 또한 연료 연소에 쓰이는 산소의 공급을 고체 산소전달입자의 격자 산소를 이용하고, 환원된 입자를 산화 반응기에서 산화시키는 과정을 반복적으로 진행하기 때문에 연소 과정에서 NOx와 같은 대기 오염물질이 발생하지 않는 장점이 있다. 본 연구에서는, 연료 연소를 위한 산소 공급원으로 망간이 첨가된 천연 광물 ilmenite를 사용하였다. Ilmenite에 망간 산화물을 각각 5, 10, 15, 20wt%로 합성한 후, 1300°C의 온도에서 소성하였다. 그 후 TGA분석을 통해 망간 함량에 따른 차이를 분석하였다. 망간이 첨가되지 않은 열처리된 ilmenite는 초기 반응성이 좋지 않다가 환원과 산화가 반복되면서 산소 전달 능력이 개선되는 데에 반해, 망간을 일정량 첨가한 경우 어느 정도 개선된 산소 전달 능력이 계속 유지되는 것으로 분석되었다. 또한 망간 함량이 15wt%가 초과되는 시점에서 평균적인 산소 전달 능력이 감소하는 것으로 분석되었다.

본 연구는 2015년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20152010201840)

국제해사기구 규제 대응을 위한 3D 금속 구조체를 적용한 선박용 SCR 촉매 모듈 컴팩트화 연구

정해영¹, 구윤장^{1,2}, 임은미^{1,2}, 김태용¹, 서문혁³, 최용기³, 임동하^{1,*}

¹한국생산기술연구원 에너지플랜트그룹, ²부산대학교 화학공학과, ³(주)파나시아 R&D본부

A Study of Marine SCR Compact Module Applied Metal-Based 3D Structure for the IMO Tier III Implementation

Haeyoung Jeong¹, Yunjang Gu^{1,2}, Eunmi Im^{1,2}, Taeyong Kim¹, Moon-Hyeok Seo³,
Yong-Ki Choi³, Dong-Ha Lim^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, Energy plant group,

²Department of Chemical Engineering, Pusan National University,

³R&D Department, PANASIA

국제해사기구(International Maritime Organization)는 배출규제지역(Emission Control Area) 이내에서 항해하는 모든 선박에 대해 선박으로부터 배출되는 배기가스 내 질소산화물(NOx) 저감을 위한 Tier III 규제를 2016년 1월부터 발효하였다. 질소산화물을 처리하는 여러 기술들이 존재하고 있으나, 강화된 Tier III 기준을 만족시키기 위해서는 선택적 촉매 환원법(Selective Catalyst Reduction, SCR)이 가장 적합하다고 알려져 있다. 이러한 선박용 SCR 시스템은 주로 세라믹 허니컴 촉매 모듈을 사용하고 있으며, 선박 엔진 후단에 많은 공간을 차지하여 설치되어 있다. 또한 기존 선박용 SCR 시스템은 환원제 주입을 위한 PU(Pumping unit)과 DCU(Dosing control unit)이 분리되어 있어 시스템 구성이 복잡하며, 환원제 분사량 조절을 위해 MFC(Mass Flow Controller)와 같은 고가의 유량 제어 장치를 추가적으로 사용해야 한다.

본 연구에서는 한정된 선박 내 공간을 최대한 효율적으로 활용하고, 세라믹 기반 SCR 촉매의 취약한 내구성을 향상시키고자 3D 특수 형상의 2인치 금속 구조체 모듈을 설계·제작하였다. 3D 형상의 2인치 금속 기반 구조체 상에 양극산화 공정(Anodizing process)을 통해 TiO₂ 나노튜브를 성장시켜 비표면적을 극대화시키고[1], 고가의 활성물질을 다양한 코팅방법[2-3]을 통해 소량 담지하여 SCR 촉매 제조비용을 최소화하였다. 제조된 금속 구조체 기반 촉매는 특수 설계·제작된 반응기에 장착하여 선박 배기가스와 유사한 조건하에서 배연탈질 성능평가를 수행하였다. 상용 허니컴 촉매와의 성능비교를 통해 제조된 금속 구조체 기반 촉매의 NOx 제거율이 향상되었음을 확인하였고, 또한 내마모 시험을 통해 내구성도 월등히 개선되었음을 확인하였다. 그리고 기존 허니컴 촉매 시스템에 사용되는 Pumping unit과 유량제어를 위한 DCU가 일체화된 IDU(Integrated Dosing Unit) 통합 시스템을 설계함으로써 전체 SCR 시스템을 간소화하여 컴팩트한 신개념 선박용 SCR 시스템을 설계하였다. 신개념 금속 구조체 SCR 촉매와 컴팩트 소형화된 SCR 시스템은 기존 세라믹 허니컴 기반 SCR 시스템과 비교하여 설치 및 유지보수 또한 용이함에 따라 전체적인 Capex 및 Opex 비용을 저감하여 경제성을 극대화할 수 있었다.

참고문헌

1. Yanbiao L., Baoxue Z., Jinhua L., Xiaojie G., Jing B. and Weimin C., *Appl. Catal. B: Environ.*, **92**, 326-332 (2009).
2. Benat p. A., Unai D. L. T., Manuel R. S., Asier A., Jose A. G. M. and Juan R. G. V., *Catal. Today*, **216**, 82-89 (2013).
3. Mechiakh R., Ben S. N., Karyouli M. and Chtourou, *Appl. Surf. Sci.*, **257**, 5529-5534 (2011).

구아이아콜 HDO 반응활성과 그 경로를 Co/ZrP 와 Ni/ZrP 촉매를 사용하여 분석

한근호¹, 서명기¹, 이관영^{1,2,*}

¹고려대학교 화공생명공학과,

²고려대학교 그린스쿨 대학원

석유 자원이 고갈됨에 따라 다양한 신재생에너지에 대한 연구가 수행되고 있다. 그 중에서도 바이오매스는 대체연료로 사용될 수 있다는 점과, 탄소기반의 화학물질을 제조할 수 있다는 점 때문에 지속적으로 연구되어왔다. 리그닌은 바이오매스를 구성하는 주된 원료 중 하나이지만, 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스에 비해 안정적인 구조를 가지므로 해당 물질을 전환하는데 어려움이 있었다. 그럼에도 리그닌은 식량자원 가격에 영향을 끼치지 않는 바이오매스로 평가되며, 기존에 저급 연료로만 사용되고 있어 고부가가치의 화학물질로 전환될 시 그 효과가 매우 높다¹. 본 연구에서는 리그닌의 모델물질로 많이 사용되는 구아이아콜을 반응물로 하였으며, 바이오매스의 특징인 높은 산소함량을 낮추기 위해 필요한 수첨탈산소 반응을 적용하였다.

구아이아콜의 수첨탈산소 반응에는 산성담체를 기반으로 하여 다양한 금속이 사용되어왔다. 그 중에서는 몰리브덴 기반의 CoMo, NiMo가 황처리 후 혹은 황처리 없이 사용되며, 귀금속 계열의 금속 (Pd, Pt, Ru)도 많이 사용되어왔다^{1, 2}. 하지만 황을 포함한 촉매는 반응물 혹은 촉매의 피독 위험성이 있으며, 귀금속 촉매는 높은 가격으로 인해 산업에 적용되기 어렵다³. 따라서 본 연구에서는 비귀금속계 Ni와 Co를 단일금속으로 사용하고자 한다. 또한 산성담체로는 Pt와 함께 쓰였을 때 다양한 담체 중 가장 우수한 안정성을 나타낸 ZrP를 사용하였다². ZrP는 HDO반응성을 향상시키는 브뤼스테드 산점이 있는 담체로 소개되며, 비귀금속과의 조합이 구아이아콜 HDO반응에 어떤 활성을 나타낼지 보고된 바 없다.

Co/ZrP, Ni/ZrP의 구아이아콜 HDO 활성을 실험할 때, 비교군으로 귀금속 촉매인 Pt/ZrP, Pd/ZrP를 제조하여 사용하였으며 상용촉매인 CoMo-S를 적용하였다. 구아이아콜 전환반응 2.5 시간 후 최종생성물인 사이클로hex산의 수율은 Co/ZrP>Ni/ZrP>Pd/ZrP>Pt/ZrP>CoMo-S 순으로 나타나, 본 연구에서 제조한 촉매가 가장 높은 구아이아콜 HDO 전환능력 나타냈다. 더 나아가 Co/ZrP, Ni/ZrP의 구아이아콜 전환경로를 조사하였는데, 페놀과 2-메톡시시클로hex산올을 경유하는 경로가 매우 뚜렷하게 관찰되었다. 특히, Co/ZrP는 페놀을 경유하는 경로가 우세했으며, Ni/ZrP는 2-메톡시시클로hex산올을 경유하는 경로가 우세했다. 그리고 반응경로의 선택성에 따라 2-메톡시시클로hex산올이 생성될 경우 최종적으로 시클로hex산이 아닌 부생성물 (메틸시클로hex탄 등)이 생성될 수 있음을 중간생성물 (페놀, 2-메톡시시클로hex산올) 전환실험으로 확인하였다. 해당 반응경로 선택성이 촉매의 수소화능력에 기반한 것으로 판단하고, 이를 증명하고자 수소화흡착을 수행하였으며 반응조건인 수소압력을 낮추는 실험을 수행하였다. 두 결과를 종합하면, 촉매의 수소흡착능력이 약할수록 혹은 흡착된 수소의 양이 낮을수록 페놀을 생산하는 경로의 선택성이 더 높게 나타났으며, 최종적으로 시클로hex산의 수율이 더 높게 나타났다.

결론적으로, 본 연구를 통해 Co/ZrP, Ni/ZrP 두 촉매의 구아이아콜 HDO 전환 경로를 확인하였으며 해당 전환경로의 선택성이 촉매의 수소흡착능력 및 표면의 수소농도에 의해 조절될 수 있다는 것을 확인했다. 더 나아가 반응경로의 선택성은 최종생성물의 분포에 영향을 주기 때문에 반응경로 중 원하는 물질이 있을 경우 반응조건과 촉매를 적절하게 선택하여 그 수율을 최대화할 수 있다.

참고문헌

1. Bui, V.N., et al., *Appl. Catal. B: Environ.*, **101**(3), 246-255 (2011).
2. Li, N., et al., *ChemSusChem*, **3**(10), 1154-1157 (2010).
3. Zhang, X., et al., *Catal. Commun.*, **33**, 15-19 (2013).

Application of Microbial Fuel Cell for Bioelectricity Generation with Simultaneous Treatment of Indium Wastewater

Changman Kim¹, Hey Ji Lee¹, Ye rin Cho¹, Cho Rong Lee¹, Byong-Hun Jeon², Jung Rae Kim^{1,*}

¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University,

²Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

Indium tin oxide (ITO) is widely used in the manufacturing of conductive transparent coating. Therefore, the demand of In was drastically increased. However indium is distributed as very less in the earth crust (only 50,000 t). For the reason, the recovery process from the etching wastewater containing In³⁺ ion is essential. Conventionally, the recovery of In from etching wastewater is processed by chemical precipitation, solvent extraction, liquid membrane, and ion exchange techniques that required to additional treatment for the recovery. In the previous study, successful removal and recovery of hexavalent chromium from electroplating wastewater was presented using microbial fuel cell (MFC) with a bipolar membrane. In this study, we applied MFC with bipolar membrane for simultaneous recovery of indium with current generation. Although current generations were presented as low level (but presented during long period), higher decrease rate of the concentration of In³⁺ ion in the wastewater was presented in bipolar membrane MFC. Most of In was precipitated on electrode and bottom of MFC reactors. Further study would be conducted the harvest of precipitation of In and large scale application strategies.

Reference

1. Xafenias et al., *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, **12**, 2435-2446, (2015).
2. Gangadharan and Nambi, *Water science and technology*, **71**, 353-358, (2015).

Active Metal-Free Catalyst Cathode for Oxygen Reduction Reaction in Microbial Fuel Cells

Young Eun Song¹, Seunghyun Lee², Changman Kim¹, Byong-Hun Jeon³, Jinwoo Lee²,
Jung Rae Kim^{1*}

¹School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University,

²Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH),

³Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

The Platinum are used to enhance the performance of oxygen reduction reaction. The nitrogen and phosphorus-doped ordered mesoporous carbon (NPOMC) with highly active metal-free oxygen reduction catalyst was synthesized and showed comparable oxygen reduction reaction (ORR) activity to conventional cathode catalyst such as platinum. In this study, we demonstrated performance of NPOMC in MFC and electrochemical properties with using LSV, CV and EIS as compared to platinum impregnated carbon black (Pt/C) catalysts in air-cathode MFC. Also, we compared with effect of cathode electrode surface by microbe for NPOMC ORR mechanism between both MFCs. The NPOMC achieved a remarkable on-set potential compared to the previously reported metal-free catalysis in MFC. The open circuit potential and power density using NPOMC as compared to Pt/C, were 0.43 V and 0.58V, 245.77 mW/m² and 329.78 mW/m², respectively. The NPOMC showed a comparable voltage and maximum power density (75%) with considering the cost of just 10% of the platinum catalyst.

Reference

1. J. R. Kim, J.-Y. Kim, S.-B. Han, K.-W. Park, G. Saratale, and S.-E. Oh, *Bioresource technology*, **102**, 342-347 (2011).
2. S. Lee, M. Choun, Y. Ye, J. Lee, Y. Mun, E. Kang, J. Hwang, Y. H. Lee, C. H. Shin, and S. H. Moon, *Angewandte Chemie International Edition*, **54**, 9230-9234 (2015).

고온부식 방지를 위한 Ammonium Sulfate의 성능 평가

김범중^{1,2}, 김용준³, 류창국², 이은도^{1,4,*}

¹한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹, ²성균관대학교 기계공학과,

³한국기술교육대 응용화학공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교

Performance Evaluation of Ammonium Sulfate for the Prevention of High Temperature Corrosion

Beom-Jong Kim^{1,2}, Yong-Joon Kim³, Chang-Kook Ryu², Uen-Do Lee^{1,4,*}

¹Sungkyunkwan university, ²Korea Institute of Industrial Technology,

³University of Science and Technology, ⁴University of Science and Technology

기후변화 대응을 위한 청정 화력발전 기술의 일환으로 신재생연료의 이용이 크게 증가함에 따라 기존의 화석연료 이용 시 발생하지 않던 새로운 문제에 대한 많은 연구가 진행 중이다. 그중 화석연료에 주로 의존하던 발전설비에 대체에너지로 바이오매스 및 폐기물이 연료로 사용될 경우 연료내에 포함되어 있는 알칼리(Na, K)와 염소(Cl)성분에 의한 보일러 과열기의 고온부식이 심각한 현상으로 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 구조적, 재료적, 연료적 접근과 함께 최근 유럽을 중심으로 첨가제를 이용한 고온부식 방지기술이 개발되어 지고 있다. 첨가제를 이용한 고온부식방지기술은 과열기의 표면에 부착되어 부식을 일으키는 염화알칼리를 용점이 높은 물질로 전환시켜 과열기에 부착을 방지시키고 부식성이 강한 염소는 HCl형태로 배출시켜 고온부식문제를 해결하는 기술이다. 첨가제는 Sulfate계, Aluminum silicate계, Calcium계로 구분이 되며 이중 Sulfate계 첨가제의 반응성이 높아 많은 연구가 진행 중이다.

본 연구는 전기히터를 구비한 실험실 규모 반응기에서 보일러 내부의 온도 조건을 모사하고 Sulfate계 첨가제중 대표격인 Ammonium sulfate를 첨가하였을 때 나타나는 부식방지 효과를 파악하기 위하여 염화알칼리 종류, 온도, S/Cl ratio에 따른 염화알칼리와 첨가제의 반응 특성에 대한 실험을 수행하였다.

참고문헌

1. Peter, V., "Superheater corrosion in biomass and waste fired boiler," KTH, Ph.D thesis (2013).
2. Lee, D. B., *Journal of The Korean Institute of Surface Engineering*, **49**(1), 14-19 (2016).
3. Tobiasen et al. *Fuel Processing Technology*, **88**, 1108-1117 (2007).

과냉각현상을 이용한 분리기술에 관한 기초연구

한수현¹, 정수화², 김영두², 김범중^{2,3}, 이은도^{2,4*}

¹한국기술교육대학교 응용화학공학과, ²한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹,
³성균관대학교 기계공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학과

A Fundamental Study on Separation Technology Using Supercooling State

Suhyun Han¹, Soohwa Jeong², Youngdo Kim², Beomjong Kim^{2,3}, Uendo Lee^{2,4,*}

¹Korea University of Technology & Education, ²Korea Institute of Industrial Technology,
³Sungkyunkwan University, ⁴University of Science and Technology

과냉각은 액체를 평형상태에서의 상변화 온도 이하로 냉각해도 상변화가 일어나지 않는 현상으로, 불안정한 상태로 존재하는 과냉각 액체에 특정 시점에서 외란을 통해 상변화를 일으킬 수 있다. 본 연구에서는 과냉각상태 수용액을 대상으로 외란에 의해 갑작스런 냉각이 진행될 때 혼합물의 어는점의 차이를 이용한 분리 가능성을 살펴보기 위한 기초실험을 수행하였다. 먼저 물과 어는점 차이가 큰 에탄올의 분리 가능성을 살펴보기 위해 에탄올 농도 15wt.%, 20wt.%의 에탄올 수용액을 대상으로 약 -20°C 근처 과냉각 조건에서 외부의 물리적 충격을 통해 상변화를 일으켰다. 상분리를 통해 얻은 얼음과 액체의 에탄올 농도 변화를 살펴본 결과 고상과 액상의 에탄올 농도에 큰 변화가 없음을 확인하였으며 이는 에탄올이 물과 수소결합에 의해 clathrate 화합물을 형성하기 때문으로 판단된다. 한편 동일한 방법을 적용하여 염화나트륨 수용액의 분리 실험을 수행하였다. 염화나트륨 수용액은 35g/L, 50g/L, 70g/L, 90g/L의 농도에 대해 약 -10°C 근처에서 과냉각 조건을 만들고 외란을 통해 상변화를 일으켰다. 그 결과 조건에 따라 다소 차이가 있지만 염화나트륨 수용액에서 생성된 얼음은 초기 농도 대비 평균 5g/L의 농도 감소가 나타남을 확인하였다.

참고문헌

1. Wang, P., and Chung, T. S., *Water research*, **46**(13), 4037-4052 (2012).
2. Ghosh, R., and Bagchi, B., arXiv preprint arXiv:1605.00386 (2016)

에틸렌 첨가가 메탄의 직접탈수소방향족화 반응에 미치는 영향

임태환¹, 남기훈¹, 김도희^{1*}
¹서울대학교 화학생명공학부

The Effect of Ethylene Addition as a Co-reactant on Methane Dehydro-aromatization

Tae Hwan Lim¹, Kihun Nam¹, Do Heui Kim^{1*}

¹School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

메탄은 천연가스와 셰일가스의 주성분으로 매장량이 풍부하며 가격이 저렴하다. 그렇기에 메탄은 좋은 탄소 공급원으로 이용될 수 있다. 하지만 기체 상태로 존재하는 메탄은 저장이나 수송의 어려움이 있으며 메탄을 활성화시킬 때 높은 에너지가 요구된다. 따라서 메탄의 개질 반응을 통해 합성 가스를 제조한 후 피셔 트롭쉬 공정을 이용하여 액체 합성 원유를 생산하는 방식으로 사용되고 있다. 그러나 피셔 트롭쉬 공정은 여러 단계를 거치는 공정이며 많은 에너지가 소모되기 때문에 이를 극복하기 위한 방법으로 메탄의 직접 전환이 있다. 메탄의 직접 전환 방법에도 산화제를 사용하는 산화적 직접 전환과 산화제를 사용하지 않는 비산화적 직접 전환이 있다. 산화적 직접 전환의 경우 반응성은 비산화적 직접 전환보다 좋으나 대부분의 메탄이 이산화탄소와 수증기로 완전 산화되어버리는 단점이 있다. 비산화적 직접 전환반응의 경우 탈수소화반응이 수반되는데 이 중에서도 메탄의 직접탈수소방향족화 반응은 액상으로 수송도 용이하고 산업적으로 가치가 있는 벤젠, 톨루엔, 자일렌(BTX)이 생성된다는 장점이 있다. 선행 연구들을 살펴보면 MFI형 제올라이트(ZSM-5)가 가장 최적의 담지체로 알려져 있으며 담지하는 활성 금속으로는 Mo, Ga, Zn 등이 알려져 있다. 그러나 메탄의 직접탈수소방향족화 반응은 700 °C 이상의 높은 온도에도 불구하고 메탄의 낮은 전환율과 코크 생성에 의한 촉매의 빠른 비활성화로 인해 한계에 부딪혀있다.

활성 금속이 담지된 제올라이트 촉매에서 메탄의 직접탈수소방향족화 반응은 금속이 형성하는 활성점에서 메탄이 활성화되어 에틸렌을 형성하는 반응과 생성된 에틸렌이 제올라이트의 브뢴스테드 산점에서 BTX를 형성하는 방향족화 반응으로 이루어진다. 본 연구에서는 메탄의 직접탈수소방향족화 반응에 경질 탄화수소 중 하나이자 반응중간체로 나타나는 에틸렌을 공반응물로 첨가하여 코크 생성과 메탄의 전환율 변화를 살펴보고자 하였다. 구체적으로 온도의 변화, 에틸렌의 농도, 촉매의 변화를 통해서 메탄과 에틸렌의 전환율 변화를 확인하였다.

메탄을 반응물로 하여 반응을 진행한 경우 500 °C에서는 반응이 일어나지 않았고, 550 °C에서는 반응 후 80분을 기준으로 1%의 메탄 전환율을 보였다. 온도가 높아짐에 따라 650 °C에서는 5.7%, 700 °C에서는 10.6%, 800 °C에서는 14.6%의 메탄 전환율을 보였다. 하지만, 800 °C에서의 반응에서는 촉매가 급격하게 비활성화 되어 반응 후 4시간이 지났을 때 메탄의 전환율이 5%로 감소하였다. 주 생성물은 벤젠이었으며 부산물로 나프탈렌이 생성되었다. 톨루엔과 자일렌은 소량이 생성되었다. 800 °C에서 ZSM-5에 담지하는 금속을 비교하였을 때 BTX 수율은 Mo가 제일 좋았으며 W, Fe가 비슷한 수치를 보였다. 안정성은 반대로 Fe, W, Mo 순으로 나타났다.

에틸렌을 반응물로 하여 700 °C에서 반응을 진행한 경우 메탄을 반응물로 반응을 진행한 경우보다 훨씬 더 빠르게 비활성화가 진행되었다. Mo/ZSM-5 기준으로 에틸렌의 전환율은 반응 시작 시 100%에서 80분 이후 20.6%로 급격히 떨어졌다. 메탄과 에틸렌의 비율을 9:1로 하여 700 °C에서 반응을 진행하였을 때 에틸렌의 전환율이 80분 이후에도 89.5%로 유지되어 메탄의 직접탈수소방향족화 반응에 에틸렌을 공반응물로 첨가하는 경우 안정성의 증대를 가져올 수 있음을 알 수 있었다.

SiC 나노 입자 면상 발열체의 제작 및 특성에 대한 연구

이기성¹, 김승현¹, 김준현², 주기태¹, 김용성^{1*}¹서울과학기술대학교, NID 대학원²서울과학기술대학교, 기계·자동차공학과

Fabrication and Properties of an SiC Nanoparticle Plane Heater

Ki-Seong Lee¹, Seung Hyun Kim¹, Joon Hyun Kim², Gi-Tae Joo¹, Young Sung Kim^{1*}¹NID Graduate School, Seoul National University of Science and Technology,²Department of Mechanical and Automotive Engineering,

Seoul National University of Science and Technology

최근 태양전지의 수요가 급증하면서 실리콘 단결정 잉곳의 절단 및 연마 등 웨이퍼 제조공정에서 사용되는 SiC/Si 혼합물 폐슬러지가 매년 증가하는 추세이다. 발생된 폐슬러지는 일반적으로 소각 또는 매립 처리되고 있어, CO₂ 발생이나 토양오염을 야기하고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 폐슬러지를 재활용하여 생산제품의 환경효율성과 경제성을 높이고 전체적으로는 에너지가 절약되는 zero-emission기술의 개발이 진행되고 있다.[1,2] 일반적인 SiC/Si 재생 방법은 폐슬러지에서 SiC/Si와 유분을 분리하고, 분리된 SiC/Si 분말 혼합물은 전처리과정을 거쳐 내화물로 활용된다. 또는 선별과 정제과정 등을 거쳐 SiC분말을 분리하고, 이것을 수 마이크로미터에서 수십나노미터 수준으로 미분쇄하여 고부가가치인 SiC 나노분말로 제조된 후 다양한 종류의 전기, 전자 및 반도체 부품 등의 다양한 소재로 응용이 검토되고 있다.[3]

본 연구에서는 SiC/Si 혼합물 폐슬러지로부터 회수된 SiC 나노분말에 전기전도체인 graphene의 함량비율을 조절하여 면상발열체를 제조하였다. 제조된 면상발열체는 전기적 특성 및 발열 특성 등을 조사하여 면상발열체로서 응용 적합성을 확인하였다.

참고문헌

1. Kim, J.Y., Kim, U., Hwang, K.T., Cho, W.S., and Kim, K.J., *J. Korean Ceram. Soc.*, **48**(2), 189-194 (2001).
2. Kil, D.S., Jang, H.D., Kang, K.S., and Han, H.J., *J. of Korean Inst. of Resources Recycling.*, **17**(4), 66-76 (2008).
3. Kim, J.W., Shim, J.S., Maeng, C., Kim, Y.S., Ahn, J., Kwak, M.G., Hong, S.J., and Cho, H.M., *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **13**(8), 5586-5589 (2013).

탄소 저감을 위한 수계박리액의 농도변화에 따른 박리공정 특성연구

한상진¹, 김승현², 이기성², 김준현³, 주기태², 김용성^{2,*}

¹서울과학기술대학교, 공과대학 전기공학과

²서울과학기술대학교, NID 대학원

³서울과학기술대학교, 기계·자동차공학과

Study on the Characteristics of Peeling Process with Variation of Concentration of Water-Based Peeling solution for Carbon Reduction

Sang Jin Han¹, Seung Hyun Kim², Ki-Seong Lee², Joon Hyun Kim³, Gi-Tae Joo², Young Sung Kim^{2,*}

¹Department of Electrical Engineering, Seoul National University of Science and Technology,

²Seoul National University of Science and Technology,

³Department of Mechanical and Automotive Engineering,
Seoul National University of Science and Technology

반도체 산업이 계속 발전함에 따라 DRAM, 낸드 플래시(NAND FLASH)메모리 등 관련 제품들에 생산들이 증가하고 있다. 특히 TFT-LCD 어레이 기판 제조 공정 중 포토 리소그래피 공정에 사용되는 스트립 용액의 대부분은 유기용매로 이루어져 있다. 이러한 유기 용매는 환경오염을 야기하고 고비용의 폐기물 처리를 필요로 한다. 또한 폐기물 처리 시 발생하는 이산화탄소 양은 환경오염을 유발하게 될 것이다. 이러한 이유로 스트립 용액의 유기용매 비율을 최소화하여 폐기되는 화학물질의 양을 저감하는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 딥핑과 유속 분위기에서 수계박리액을 이용하여 포토레지스트의 박리 결과를 비교하며, 박리액의 농도를 최적화를 하였다.

실험은 400 × 400 mm인 비알칼리계 ITO 박막위에 포토레지스터를 1 μ m 두께로 전면 도포한 샘플을 사용하여 박리 실험을 진행 하였다. 포토레지스터 박리에 사용된 스트리퍼 용액은 EO tech 사 제품으로 DI water로 적정하였으며, 딥핑과 유속의 환경에서 박리를 진행 하였다.

실험결과 유속 환경에서 박리액의 부피대비 초순수물은 2:1 조건에서 88%의 광투과율의 결과를 도출하여 수계박리액도 유기계박리액과 동등한 성능을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 김재경 외, “폐 포토레지스트 스트리퍼로부터 충전증류탑을 이용한 유기용제 재생,” 서강대, 2008
2. 김대진 외, “포토레지스트 스트리퍼 폐액으로부터 고순도 유기용제 회수,” 서강대, 2007
3. Kim, J. H., Kim, S. H., Jeong, B. H., Joo, G.-T., and Kim Y. S, *KSMTE*, **25**(1), 14-20 (2016).

노즐분사에 의한 ITO 표면 포토레지스터의 박리 효율성에 대한 해석

강태성¹, 김준현¹, 이준혁¹, 주기태², 김용성^{2,*}
 서울과학기술대학교 기계자동차공학파¹, 서울과학기술대학교 나노융합대학원²

Analysis of an Efficient Method for Stripping the Photoresist on the ITO Surface

Kang Tae Sung¹, Kim Joon Hyun¹, Lee Joon Hyuk¹, Joo Gi-Tae², Kim Young Sung^{2,*}
¹Seoultech, ²Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

디스플레이 산업에서 반복 순환적으로 이루어지는 패널 제조 공정에서는 많은 다양한 화학 소재가 사용되고 있으며 복잡한 정밀성과 더불어 사용량이 크게 증가됨에 따라 효율성과 환경문제 등이 동시에 대두되고 있는 실정이다. 특히 PR을 사용하여 각종 패턴 형성을 위한 공정 중 최종 남은 PR 제거를 위한 박리과정에서 수계 박리액 사용의 빈도가 증가되고 있는 것도 이러한 현실을 반영한 결과이다. 여기서 발생하는 폐액은 최소 사용으로 억제되고 이와 반대로 효율성은 유지할 필요가 있다. 본 연구에서는 친환경 지향을 목적으로 ITO 투명전극 표면에서 PR 제거 공정을 대상으로 친환경 물질인 cyclodextrin(CD)를 포함하는 시제품 박리 조성물을 사용하여 딥핑[1]과 노즐 분사 방법을 적절히 활용하여 박리 품질을 유지하고 공정 시간을 줄여 폐액 발생을 줄이는데 있다. 생분해성 박리제는 중량 대비 10% 수준으로 박리 후 감광제 등을 추출하여 재사용을 위한 성분 설계가 전제되었다. 그리고 조성물 내에 혼입되는 초순수 비율을 최소 50% 이상으로 하여 박리액 농도, 박리액 사용 온도, 노즐 방식의 분사 방법 등으로 실험과 수치해석 부분으로 접근하고자 한다. PR 박리의 근본적인 품질은 화학적으로 폴리머 구조에서 2차 결합된 층간 연결 체인을 끊어내는데 달려있다. 대상물(글라스)의 대형화에 따라 화학적인 부분에만 절대 의존할 수 없다. 현장에서는 물리적인 부분의 효과를 위해 노즐 분사로 표면위로 적절한 화학적, 물리적인 환경을 동시에 제공할 수 있는 방법 등으로 해결하고 있다. 이를 위해 시제품 박리액의 물성 실험을 통하여 점성, 밀도, 비열 등을 구하고 이 들 값의 일부는 수치해석을 위한 자료로 활용하게 된다. 또한 50s 이내의 박리시간을 유지하기 위해 필요한 박리액의 희석별 기초 박리 능력을 딥핑 방법을 통하여 분석하였다. 이러한 자료를 토대로 노즐 분사 방법을 적용하기 위해 사용 박리액의 온도 범위를 고려하여 45°C를 기준으로 정하였다. 또한 적정한 분사량, 분사 형태, 분사거리 등을 고려한 노즐 사양이 검토되어 수치 해석한 결과 분사된 박리액은 45°C 수준에서 ITO코팅된 글라스 표면 위 거동이 가능하여 화학적 반응을 위한 온도와 경계층 영역 확보가 동시에 이루어졌다. 따라서 신 물질을 적용한 박리액의 화학적 반응과 추가적으로 물리적인 agitation이 동시에 이루어져 딥핑 실험에서 확인된 결과보다 분사방식의 박리공정이 우수함을 확인했다.



Fig. Nozzle modeling

참고문헌

1. Kim J. H., Shim, J. M., Joo, G-T., Kim Y. S., Jeong, B. H., Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, 25(4) 281-289 (2016).

Optimal Humidity Condition for Enhanced Performance of an Air-Cathode Single Chamber Microbial Fuel Cell (MFC) with Different Separators

MunGyu Lee¹, Taeyeon Jeon¹, Inhae Kim¹, Booki Min^{1,*}

¹Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University

Microbial fuel cells (MFCs) are bio-fuel cell systems that can convert organic matter to electricity with use of electrogenic microorganisms. Several studies have tried to improve the MFC performance by optimized reactor configurations, enriched anodic biofilm, and efficient electrode materials and catalysts (Pant et al., 2010; Minghua et al., 2011). In this study air cathode MFC operations with different separators were investigated to enhance voltage generations at various humidity conditions at the cathode chamber. The air cathode MFC with PP 80 produced the highest cell voltage of 0.53 V (with 600 ohm) at relative humidity (RH) of $30 \pm 2\%$ compared to other humidity conditions of $50 \pm 3\%$ (0.50 V) and $90 \pm 3\%$ (0.48 V). With Nafion 117, the highest voltage of 0.35V was obtained at $90 \pm 2\%$ humidity, and the voltage values at other humidity conditions ($30 \pm 3\%$ and $50 \pm 3\%$) were 0.28 V and 0.26 V, respectively. During polarization analysis, the MFC with PP 80 at $30 \pm 2\%$ humidity, at which the highest voltage was obtained at the fixed resistance, displayed the maximum power density of 381 mW/m^2 at a current density of 1.60 A/m^2 . At $50 \pm 3\%$ the maximum power density was 353 mW/m^2 (1.53 A/m^2), and it was 284 mW/m^2 (0.97 A/m^2) at $90 \pm 3\%$. In MFC operation with Nafion 117, the maximum power density of 132 mW/m^2 was produced a at the same $30 \pm 3\%$ relative humidity as with PP80. With other humidities of $50 \pm 3\%$ and $90 \pm 3\%$, the maximum power densities were decreased to 76 mW/m^2 (0.36 A/m^2) and 85 mW/m^2 (0.27 A/m^2), respectively. Cyclic voltammogram analysis with PP 80 exhibited a higher reduction current of -0.068 A at $50 \pm 3\%$ humidity than with $30 \pm 3\%$ (-0.049 A) and $90 \pm 3\%$ (-0.046 A). Reduction current with Nafion 117 displayed the highest value of -0.051 A at $90 \pm 2\%$ (-0.015 A at $30 \pm 3\%$) and -0.007 A at $50 \pm 3\%$. This result suggests that the relative humidity to the cathode should be variously optimized for high power generation and reduction current in MFC operation with different separators.

Reference

1. Minghua, Z., Meiling, C., Jianmei, L., Huanhuan, H., Tao, J., *Journal of Power Sources.*, **196**(10), 4427-4435 (2011).
2. Pant, D., Van Bogaert, G., Diels, L., Vanbroekhoven, K., *Bioresource Technology.*, **101**(6), 1533-1543 (2010).

수계 박리액의 공정변수에 따른 친환경적 박리공정 연구

김승현¹, 이기성¹, 주기태¹, 김준현², 김용성^{1,*}

¹서울과학기술대학교 나노IT디자인 대학원

²서울과학기술대학교 공과대학 기계공학과

A Study on Environment-Friendly Peeling Process According to Process Parameters of Water-Based Striping Solution

Seung-Hyun Kim¹, Ki-Sung Lee¹, Gi-Tae Joo¹, Jun-Huyn Kim², Young-Sung Kim^{1,*}

¹Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology,

²Seoultech Department of Mechanical and Automotive Engineering

반도체 공정 중 포토 리소그래피(photo lithography)는 마스크 상에 설계된 패턴을 웨이퍼 상에 구현하는 과정으로 감광막(photoresist) 잔류 시 후처리 공정의 단선, 단락의 원인이 되어 심각한 문제를 야기한다. 그래서 박리 공정시 적정량을 초과하여 박리액을 사용하고 있다. 감광막(photoresist)을 제거하는 박리 용액(chemical PR stripper)은 amine 등을 포함하는 유기계 화합물로 이루어져 있어, 이를 배출할 경우 환경문제를 야기한다.

본 연구에서는 친환경 수계 박리액을 사용하여 박리 온도와 박리액의 조성을 적절히 제어함으로써 완전 박리 가능한 메카니즘을 연구하였다.

실험 방법은 400 × 400 mm ITO 기판 위 포토레지스터를 900 nm로 도포된 샘플을 사용하였으며, 온도 조건은 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C에서 실험하였다. 박리액의 농도는 DI-water와 수계 박리액을 적절히 조절하여 2:1, 3:1, 4:1 박리용액을 준비하였다. 또한, 딥핑 박리(dipping strip process)와 박리과정에서 활성화를 도와주는 물리적인 유속(hydrometry process) 방법을 도입하여 박리를 관찰하였다.

실험 결과 박리액 3:1, 40 °C에서 광 투과율 86%(550 nm)가 측정이 되어 완전 박리됨을 관찰하였다. 친환경 수계 박리액을 사용함으로써 유기계 박리용액을 저감하고 박리액의 폐기물 감소에 따른 환경오염의 감소효과가 기대된다.

참고문헌

1. 이혁진, 김병목, 송선영, 포토레지스트 박리액 조성물 및 이를 이용한 포토레지스트박리방법, KR. 등록번호 10-0964801 (2010)

경유-CNG 혼소버스의 경제적 타당성 평가분석

조아라¹, 임성린^{1,*}
¹강원대학교 환경공학과

Economic Feasibility Analysis of Diesel-CNG Dual-Fuel Bus

A-Ra Cho¹, Seong-Rin Lim^{1,*}

¹Department of Environmental Engineering, Kangwon National University

IEO(International Energy Outlook) 2016 보고서에 따르면 2040년까지 교통부문에서의 에너지소비는 연평균 1.4%로 증가할 것으로 예상하였다. 에너지원 사용의 증가는 대기오염물질 및 온실가스 배출의 증가로 인한 대기오염을 야기한다. 이와 같은 대기오염을 방지하기 위하여 우리나라는 2015년 국무회의에서 2030년 온실가스 배출량을 배출전망치 대비 37% 감축하기로 하였다. 이를 달성하기 위한 온실가스 저감 방법들 중 저탄소연료인 가스연료 사용에 대한 관심이 집중되고 있다. 기존의 화석연료를 대체하여 사용할 수 있는 가스연료에는 천연가스, LPG, CNG 및 수소 등이 있다. 국내의 차량연료 분야에서 LPG는 승용차를 중심으로, CNG는 대도시의 시내버스를 중심으로 사용량이 증가하였다. 해외의 경우 승용차 자동차의 경우에는 Bi-fuel(CNG/휘발유) 연료시스템을, 대형 상용차의 경우에는 Dual-fuel(CNG+경유) 연료시스템을 적용하여 운행 중이다. 이 중 대형버스의 경우 유해 배기가스의 배출이 상대적으로 많아 이를 저감시켰을 때 얻을 수 있는 환경적 이득이 높다. 따라서 본 연구에서는 CNG 혼소장치를 장착한 전세버스를 대상으로 경제적 편익을 평가분석 함으로써 혼소시스템 사업자의 경제적 타당성과 정부의 정책적 타당성 평가분석을 목적으로 하였다.

혼소시스템 사업의 타당성을 검증하기 위하여 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 활용하였다. 비용편익분석은 사업의 총 편익이 총 비용보다 큰 경우에 해당 사업의 경제적 타당성이 있다고 판단하는 방법이다. 경유버스와 혼소버스의 비용 비교평가를 위하여 국내 혼소시스템 업체 두 곳을 방문하여 혼소버스의 초기투자비(설치비) 및 유지관리비를 조사하였다. 또한 경유버스와 혼소버스의 연비를 시험하기 위하여 동일한 전세버스에 대하여 혼소장치를 가동한 경우와 가동하지 않은 경우를 구분하여 운행하여 모니터링 결과를 얻었다. 혼소버스의 경제성 평가는 연간비용분석(할인율, 물가상승률 미고려)과 혼소버스의 연간 주행거리와 연료단가 변화에 따른 순현재가치(NPV), 내부수익률(ROI), 투자수익률(IRR), 투자회수기간(PP)을 통한 경제성평가(할인율, 물가상승률 고려)로 나누었다. 혼소버스의 경제성 평가 결과에 대한 불확도 및 민감도를 평가분석하기 위하여 확률론적 모델링 기법(Stochastic Modeling)중 하나인 몬테카를로 시뮬레이션(10,000회 반복)을 실시하였다.

경유버스와 혼소버스의 모니터링 결과를 기반으로 연간 초기투자비와 운영비를 비교분석한 결과 경유버스의 연간비용은 16,633,412원, 혼소버스의 연간비용은 15,923,122원으로 혼소시스템의 장착으로 인하여 경제적 비용을 연간 740,289원 절감할 수 있었다. 연간 주행거리 변화에 따른 혼소버스의 경제성 평가분석 결과 연간주행거리가 30,000km 이상일 때 혼소시스템 사업의 경제적 타당성이 확보되었다. 연료단가의 경우 연간 주행거리가 전세버스의 평균 주행거리인 40,000km일 경우 경유와 CNG 단가차이가 약 400원 이상일 때 혼소시스템 사업의 경제성이 확보되었다. 혼소버스의 경제성 평가 결과에 대한 불확도 평가결과 혼소시스템의 경제적 타당성이 확보될 확률은 약 80%정도로 분석되었다. 민감도 분석결과 혼소시스템의 경제적 타당성에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 경유 연료단가였다.

본 연구를 통하여 CNG 혼소시스템 사업의 경제적 타당성을 확보하였다. 혼소시스템 사업의 투자가치는 연간주행거리와 연료단가의 차이가 커질수록(경유단가가 높을수록, CNG 단가가 낮을수록) 높아진다. 따라서 긴 거리를 운행하는 전세버스에 혼소시스템을 설치하는 것이 유리하다.

친환경 우레탄 접착제용 Primer의 제조 및 물성

노건호¹, 이원기¹, 주창식², 박찬영^{1,*}
¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 화학공학과

Preparation and Physical Properties of Primer for Eco-Friendly Urethane Adhesive

Geon Ho Noh¹, Won Ki Lee¹, Chang Sik Ju², Chan Young Park^{1,*}
¹Dept. of Polym. Eng., Pukyong National University,
²Dept. of Chem. Eng., Pukyong National University

Graft copolymerization is an attractive method to impart a variety of functional groups to a polymer. In the past several years, there has been increased emphasis on applications of grafted polymers, The modified polymers through grafting have a bright future and their development is practically boundless. Considerable work has been done on techniques of graft copolymerization of different monomers on polymeric backbones. These techniques include chemical, radiation, photochemical, plasma-induced techniques and enzymatic grafting. Grafting initiated by chemicals means that the grafting can proceed along two major paths, viz, free radical and ionic. In the chemical process, the role of initiator is very important as it determines the path of the grafting process. In this experiment, polymerizations of PE and/or PP with maleic anhydride(MAH) were performed and physical properties of PE-g-MAH of PP-g-MAH were investigated.

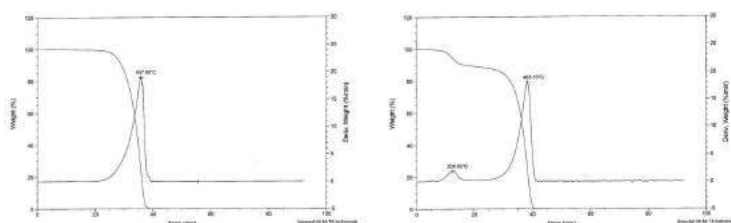


Fig. TGA of PP and PP-g-MAH

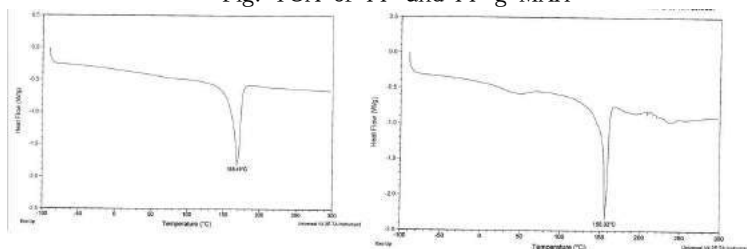


Fig. DSC of PP and PP-g-MAH

참고문헌

1. G. Samay et al., *J Appl Polym Sci*, **56**, 1423-1433 (1995).
2. B. De Roover et al., *J Polym Sci Polym Chem*, **33**, 829-842 (1995).
3. D.A. Shi et al., *Polymer*, **42**, 5549-5557 (2001).
4. K.E. Russell, *Prog. Polym. Sci.*, **27**, 1007-1194 (2002).

청정형 무용제 Hot Melt 접착제의 합성 및 물성에 관한 연구

노건호¹, 이원기¹, 박성수², 박찬영^{1,*}
¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 공업화학과

Study on the Synthesis and Properties of Clean Typed Non-Solvent Hot Melt Adhesive

Geon Ho Noh¹, Won Ki Lee¹, Seong-Soo Park², Chan Young Park^{1,*}
¹Dept. of Polym. Eng., Pukyong National University,
²Dept. of Industrial Chemistry, Pukyong National University

The prepolymer is prepared by the reaction of a polyester polyol or poly(propylene glycol) with an excess of diisocyanate. Incorporation of a high glass temperature acrylic monomer provides greater control of green strength (viscosity) at elevated temperatures. The polymerization is composed of (AA/BD)type polyol/poly(propylene glycol) or (AA/BD)type polyol/(AA/EG/BD)type polyol and an acrylic copolymer. The polyether and polyester diols provide reactive functional groups for synthesis of urethane linkages. The high T_g acrylic monomer involved in the reaction provides considerable mechanical strength and processing control. And preparation and properties of polyurethane hot melt adhesive obtained from the reaction of polyester and/or polyether polyol with diisocyanate is reviewed in this experiment.

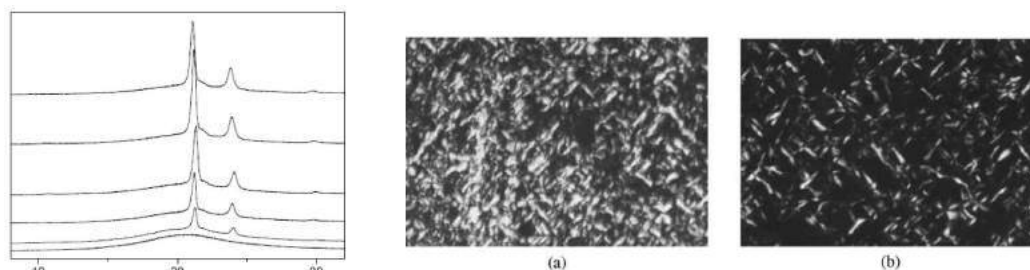


Fig. WAXD patterns of HMA prepolymers, and POM photographs of (AA/BD)polyol/PPG and AA/EG/BD polyol prepolymers

참고문헌

1. A. V. Pocius, Adhesion and Adhesives Technology, Hanser Publishers, New York (1997).
2. J. F. Meier, Fundamentals of Plastics and Elastomers, C.A. Harper(Ed.), Handbook of Plastics, Elastomers, and Composites (3rd ed.), McGraw Hill, New York (1996).
3. I. Skiest, J. Miron,, Handbook of Adhesives, (3rd ed.)Van Nostrand Reinhold Publishing, New York (1990)
4. J. Tyczkowski et al., *Eur. Polym. J.*, **46**, 767-773 (2010).
5. K. Alireza, R. Bernard, *J. Ind. Eng. Chem.*, **18**, 1076-1081 (2012).
6. S. Kirchmeyer, H. P. Muller, M. Ullrich,, U. Liesenfelder, US Patent 6,417,312 B1 (2002).

β -Hydroxyalkylamide의 에너지 저감형 합성법

노건호¹, 이원기¹, 박성수², 박찬영^{1,*}
¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 공업화학과

Energy-saving Synthesis of β -Hydroxyalkylamide

Geon Ho Noh¹, Won Ki Lee¹, Seong-Soo Park², Chan Young Park^{1,*}

¹Dept. of Polym. Eng., Pukyong National University,

²Dept. of Industrial Chemistry, Pukyong National University

Microwave heating is one of electroheat techniques, such as induction, radio frequency, and infra-red heating. In some cases, these processes can replace conventional heating or drying systems because some conventional systems are very bulky, not easy to operate and can pollute the environment due to harmful emissions. The major advantages of using microwaves are rapid heat transfer, selective heating, speed of fast switching on and off, and pollution-free environment. One of the most effective crosslinkers of thermosetting powder coatings of carboxyl-terminated polyesters was triglycidyl isocyanurate (TGIC). However, the toxicity of TGIC has led to the use of new crosslinker, such as β -hydroxyalkyl amides, commercialized under the name of Primid. In this study, microwave heating system was applied for the synthesis of β -hydroxyalkylamide. The obtained products were compared to that synthesized from conventional heating system.

Dimethyl adipate (DMA, Tokyo Chemical Industry Co.), diethanol amine (DEA, KPX Green Chemical), sodium methoxide (NaOCH₃, Sigma Aldrich) were used without further purification. Microwave-assisted synthesis was conducted by a microwave reactor (2.45 GHz, 1 KW, Hankook Microwave Co.). DMA(1 mol.) and DEA (2 mol.) were placed in a three-necked flask equipped with a thermometer, a stirrer, a condenser with a drying tube. Sodium methoxide as a catalyst (0.1 wt% of DEA) was added and the mixture was heated to 85° C under stirring. After 30 min, the methanol in the product was removed in vacuum. Conventional reaction was carried out in heating mantel.

To save energy, β -Hydroxyalkylamide, which is normally produced by oil bath heating, was synthesized by microwave heating. Performances of products obtained by both heating systems were compared by the measurements of thermal property, FT-IR, and flowability. For finishing the reaction, the conventional heating system took 300 min of reaction time whereas the microwave heating system required much short time, 100 min of reaction time. The yields of products synthesized by both heating systems are about 99% and its performance was almost the same. These results suggest that the microwave as a heating system is an effective method for the reaction of β -hydroxyalkylamide.

참고문헌

1. Raven, J., Ingram, C., Bailey, M., Johns, D., Walters, E. H., and Abramson, M., *Eur. Respir. J.*, **10**(3), 563-566 (1997).
2. Howell, D. M., and Sanders, J. D., "The technology, formulation and application of powder coatings (Vol. 1)." John Wiley & Sons Inc, (2000).
3. Belder, E. G., Rutten, H. J. J., and Perera, D. Y., *Prog. Org. Coat.*, **42**(3), 142-149 (2001).
4. Schieweck, A., and Bock, M. C., *Build. Environ.*, **85**, 243-252 (2015).

폴리우레탄/에폭시 공중합체의 UV 경화시스템 연구

노건호¹, 이원기¹, 이민규², 박찬영^{1,*}
¹부경대학교 고분자공학과, ²부경대학교 화학공학과

Study on UV-curing System of Polyurethane/Epoxy Copolymers

Geon Ho Noh¹, Won Ki Lee¹, Min-Gyu Lee², Chan Young Park^{1,*}

¹Dept. of Polym. Eng., Pukyong National University,

²Dept. of Chem. Eng., Pukyong National University

폴리우레탄은 여러 분야에서 폭넓게 사용되지만 열안정성 등이 좋지 않은 단점이 있다. 단점을 개선하기 위한 방법으로는 공중합과 블렌드 등이 있다. 에폭시는 독특한 물성을 가지고 있고 폴리우레탄에 잘 혼합되기 때문에 폴리우레탄의 개질제로 많은 연구가 이루어져왔다. 관능성 말단기를 이용하여 다른 에폭시와 반응할 수 있는 에폭시는 가교될 수 있으며, 이로 인한 네트워크 구조는 강한 금속 접착력, 높은 기계적 강도 등의 뛰어난 물성을 보여준다. 본 연구에서는 에폭시와의 공중합에 의한 폴리우레탄의 물성 변화를 고찰하였는데, 폴리우레탄 아크릴레이트와 에폭시 아크릴레이트를 다양한 조성으로 혼합 후, UV 조사하여 얻어진 공중합체들의 물성을 비교·분석하였다.

Poly(tetramethylene glycol), cyclohexylmethane diisocyanate 그리고 hydroxyethyl acrylate를 중합하여 폴리우레탄 아크릴레이트를 제조하고, 에폭시 프리폴리머에 acrylic acid를 혼합, 중합하여 제조한 에폭시 아크릴레이트를 적절히 혼합하고 UV를 조사하여 공중합시켰다. 공중합체의 관능기는 FT-IR을 통해 조사하였고, 기계적 특성은 UTM을 이용하여 조사하였다. 기계적, 열적 특성을 조사하기 위해 DMTA를 사용했다. 필름의 열적 특성을 분석하기 위해 TGA를 이용하였다.

폴리우레탄의 몇몇 특성을 개선시키기 위해서, 아크릴레이트 말단을 가진 두 고분자, 폴리우레탄 아크릴레이트와 에폭시 아크릴레이트를 합성한 후, UV를 조사하여 공중합하였다. 반응은 FT-IR을 분석하여 1652 cm⁻¹ 영역에 있는 아크릴레이트 피크의 사라짐을 통해 확인했다. UTM 분석 결과, 폴리우레탄의 분자량이 증가할 때, 고분자의 탄성률은 감소함을 알 수 있었다. 이 경향은 경질 세그먼트 비율의 감소 때문이다. 또한, 폴리우레탄/에폭시 공중합체는 순수 폴리우레탄보다 높은 T_g와 T_i를 보여주는데 이것은 경질 세그먼트가 고분자 사슬의 움직임을 방해하기 때문이다. 그러나, 폴리우레탄/에폭시 공중합체는 에폭시 부분의 증가와 관계없이 표면에서 동일한 분산정도를 보인다. 결과적으로, 공중합체의 기계적 물성과 열적 안정성은 공중합체에서의 에폭시 비율이 커질수록 증가하는 경향을 보여준다. 이러한 결과는 폴리우레탄 산업에서 코팅 등 다양한 분야에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Song, M., Yao, K. J., and Hourston, D. J., *Polym.*, **43**(3), 1017-1020 (2002).
2. Lee, B. S., Chun, B. C., Chung, Y. C., Sul, K. I., and Cho, J. W., *Macromolecules*, **34**(18), 6431-6437 (2001).
3. Varganici, C. D., Rosu, L., Rosu, D., and Simionescu, B. C., *Compos. Part B-Engineering*, **50**, 273-278 (2013).
4. Gu, A., and Liang, G., *Polym. Degrad. Stabil.*, **80**(2), 383-391 (2003).

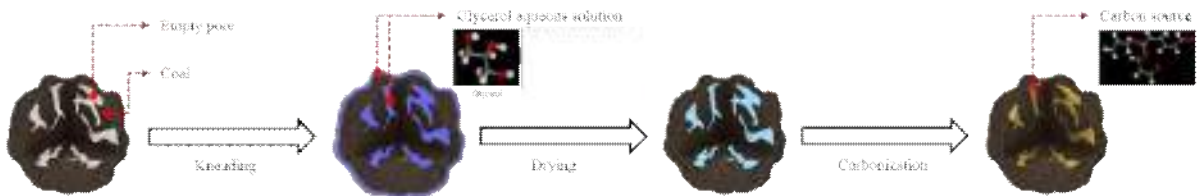
탄화된 글리세롤 기반 하이브리드석탄의 연료/연소 특성 평가

박주형^{1,2}, 송규섭¹, 이영주¹, 박세준¹, 남궁훤¹, 최종원¹, 이동욱¹, 김정근¹, 송광호², 최영찬^{1,*}
¹한국에너지기술연구원, ²고려대학교

Evaluation of Fuel/Combustion Characteristics of Carbonized Glycerol-based Hybrid Coal

J-H Park^{1,2}, G-S Song¹, Y-J Lee¹, S-J Park¹, H NamKung¹, J-W Choi¹, D-W Lee¹, J-K Kim¹,
 K-H Song², Y-C Choi^{1,*}
¹Korea Institute of Energy Research, ²Korea University

이전 연구에서는 석탄 발전소 분야에서 두 가지 현안을 해결하기 위해 당밀과 글리세롤을 기반으로 한 하이브리드 석탄 (HCK)이 제안되었다. 그러나 당밀은 식량 윤리 및 경제성에 관한 문제가 제기되었으며, 글리세롤은 물리적 특성에 따라 다단 연소로 인한 미연탄소 증가, 보일러 열효율 감소와 같은 실질적인 문제가 야기된다. 본 연구에서는 기존 글리세롤 기반의 하이브리드 석탄의 단점을 극복하기 위해 황산 촉매를 이용하여 글리세롤을 탄화/합침 시킨 하이브리드 석탄을 제안하였다. 황산의 영향으로 글리세롤은 석탄 기공에서 인공 휘발성 물질과 고정 탄소로 전환되어 고형화 되었다. 결과적으로, 하이브리드석탄은 단일 연소 거동 (two-in-one fuel)을 나타내어 미연소탄소 (UBC) 배출을 감소시켰다. 또한, 글리세롤이 탄화되기 때문에 수분의 재 흡착에 의한 발열량의 손실을 억제하고 운송/저장 비용의 감소를 가능하게 한다.



[그림 1] 탄화된 글리세롤 기반 하이브리드석탄의 제조 방법

폐 디스플레이 해체/분리 후 인듐 회수에 관한 연구

김미소¹, 최아란¹, 김예린², 조현정², 홍현선^{2,*}

¹성신여자대학교 미래응용과학학과, ²성신여자대학교 청정융합에너지공학과

Study on Indium Recovery after Dismantling the Waste LCD Devices

Mi So Kim¹, A Ran Choi¹, Ye Lin Kim², Hyun Jung Cho², Hyun Seon Hong^{2,*}

¹Next-generation Applied Science, Sungshin Women's University,

²Dept. of Environment & Energy Engineering, Sungshin Women's University

21세기에 들어와서 평판 디스플레이의 수요는 전 세계적으로 증가할 것이 예상되며 국내 폐 디스플레이 발생량은 2015년부터 매년 200~300 만대 정도로 예측되고 있는데 반하여, 현재 폐 디스플레이의 재활용은 플라스틱 등 일부 부품 및 모듈에만 적용되고 있다¹⁻³. 희유금속인 인듐은 주로 ITO 제조에 쓰이는데 ITO가 증착된 폐 디스플레이의 유리소재는 전량 매립하고 있고, 폐 디스플레이 제품의 효율적인 통합 재활용공정 개발이 필요한 실정이다⁴. 본 논문에서는 폐 디스플레이를 해체/분리한 후, 폐 디스플레이 패널 유리로부터 효과적으로 인듐을 회수할 수 있는 방법에 대해 조사하였다. 폐 디스플레이는 해체 후 플라스틱, 금속 프레임 등을 분리한다. LCD 패널 유리를 분쇄한 후 화학적 처리를 가하여 인듐을 회수한다. 본 연구에서는 분쇄한 유리 컬렛의 크기를 변수로 하여 인듐추출 실험을 진행하였다.

참고문헌

1. Hong et al., *J. of Korean Inst. of Resources Recycling*, **22**(4), 22-32 (2013).
2. Lee et al., *J. of Korean Inst. of Resources Recycling*, **22**(2), 29-36 (2013).
3. Li et al., *Waste Management*, **29**, 2033-2039 (2009).
4. Hong et al., *J. of Korean Inst. of Resources Recycling*, **24**(1) 58-65 (2015).

고효율 수소 생산을 위한 팔라듐 기반 분리막 반응기를 이용한 수증기 메탄 개질 연구

이신근^{1*}, 한재윤^{1,2}, 김창현^{1,2}, 임한권³, 이관형²
¹한국에너지기술연구원, ²고려대학교, ³대구가톨릭대학교

Study on Steam Methane Reforming using a Pd-based membrane reactor for high-efficient Hydrogen Production

Shin-Kun Ryi^{1*}, Jae-Yun Han^{1,2}, Chang-Hyun Kim^{1,2}, Hankwon Lim³, Kwan-Young Lee²
¹Korea Institute of Energy Research, ²Korea University, ³Catholic University of Daegu

수소는 청정에너지원으로서 환경 친화적이고 높은 에너지 효율 및 청정성을 갖기 때문에 미래의 대체 에너지원으로 유망하며, 또한 암모니아 합성, 메탄올 합성, 정유공정, 제련공정 및 반도체 공정에서 필수적으로 수소가 사용되기 때문에 이를 위해 효율적으로 수소를 생산할 수 있는 기술이 필요하다. 이러한 기술 중 수증기 메탄 개질 공정은 높은 수소회수율을 얻을 수 있기 때문에 전세계의 수소제조산업에서 비중을 차지하고 있다. 일반적으로, 수증기 메탄 개질 공정은 높은 회수율 및 고순도의 수소를 얻기 위해 수증기 메탄 개질 반응, 수성가스 전이 반응(고온용, 저온용), 수소정제 시스템 등 세 개의 연속된 공정으로 구성되며 이를 통해 수소를 생산할 수 있다. 그러나 기존에 개발된 수증기 메탄 개질 공정은 1123K 이상의 고온에서 운전되기 때문에, 이를 개선하기 위해 많은 연구가 진행되었다. 이중 팔라듐 기반 분리막 반응기를 이용한 수증기 메탄 개질 반응은 르샤틀리에의 원리에 따라 분리막반응기를 통해 생성된 수소를 지속적으로 제거함으로써 개질 반응을 향상시킬 수 있기 때문에 이를 통해 온도를 773K-873K로 저감시킬 수 있는 장점이 있다.

이에 본 연구에서는 팔라듐 기반 분리막 반응기를 제조하여 반응과 동시에 수소를 분리 및 생산할 수 있는 수소제조기술을 개발하였다. 이를 위해 직경 1/2인치, 길이 45cm인 STS 316L 소재의 다공성 튜브 지지체 위에 블로잉 페이스트 코팅법 및 무전해 도금 코팅법을 통해 YSZ 확산방지막 및 팔라듐 막을 형성하여 팔라듐 기반 수소분리막을 제조하였다. 이러한 수소분리막을 웰딩 및 피팅 방식을 적용한 플랜지 형태의 분리막 모듈을 구성하여 상용 루테늄 촉매 및 팔라듐 기반 수소분리막을 장착하여 분리막 반응기를 구성하였다. 분리막 반응기의 수소투과선택 및 MSR 특성을 확인하기 위하여 GHSV=2,000h⁻¹, S/C=3.0, 반응온도를 823 K로 유지하고, 액체펌프를 이용하여 절대습도 8%가 되도록 수증기를 공급하여 분리막 양단간의 압력차이를 2~9 bar로 변화시키면서 수증기 메탄 개질 반응을 진행하였으며, 메탄전환율, 수소회수율, 합성가스 조성을 분석하였다. 그 결과, 팔라듐 기반 수소 분리막은 823K에서 45 ml·min⁻¹·cm⁻²의 수소투과도, 205의 수소선택도(H₂/N₂)를 나타내었고, 2~9 bar에서 메탄 전환율은 50.7~82.3 %로 증가하였으며, 수소회수율은 9bar에서 72.6 %를 달성하였다. 또한, 120시간 동안 진행된 MSR 반응에서 메탄 전환율 및 수소생산량이 80% 및 0.2Nm³/h로 일정하게 유지되었으며, 분리막 투과가스에서의 수소 농도는 97% 이상, 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄은 모두 2%이하로 관찰되었다. 또한, 미투과가스에서의 이산화탄소, 메탄 및 수소가 각각 60%, 14%, 21%로 관찰되었다. 이에 따라 본 연구에 의해 제조된 팔라듐 기반 분리막 반응기는 MSR반응을 통해 평형전환 대비 25% 향상된 메탄전환율 및 높은 수소생산량을 얻을 수 있었으며, 97%이상의 수소를 제조할 있었다.

사사

본 연구는 한국에너지기술연구원의 주요사업(B6-2449)에서 지원받았습니다.

Author Index

Anh H. T. Vo	PA-36	Hee Chul Woo	PB-31	Ki-Sub Kim	PA-20
Baek-Jin Kim	PC-06	Hee-Chul Woo	PA-11	Ki-Sub Kim	PA-26
Baek-Jin Kim	PC-07	Hee-Jung Lee	PA-24	Ki-Whan Chi	PA-18
Baek-rock Oh	PB-19	Hey Ji Lee	PC-28	Lia Priscilla	PB-20
Basudev Swain	PC-12	Hoang Vu Ly	CT-41	Marwa M. El-Dalatony	CT-28
Booki Min	PC-36	Hoang Vu Ly	PB-11	Mayur B. Kurade	CT-21
Bora Kim	PA-36	Hong-shik Lee	PA-36	Mayur B. Kurade	CT-23
Bora Kim	PA-37	Hong-shik Lee	PA-37	Mayur B. Kurade	CT-28
Bo-Rim Kim	PA-40	Hoo Kim	CT-28	Mayur B. Kurade	CT-29
Boris Brigljevic	CT-42	Ho-Young Jung	PA-40	Mi Yeon Kim	CT-22
Boris Brigljevic	CT-62	Ho-Young Jung	PA-42	Mi-Jung Park	PA-42
Boris Brigljevic	PA-08	Hyunuk Kim	PB-13	Min Jang	CT-24
Bum-Soo Shin	CT-19	Il-Seung Yang	CT-21	Minji Kim	CT-24
Byong-Hun Jeon	CT-18	Inhae Kim	PC-36	Monjurul Haq	CT-10
Byong-Hun Jeon	CT-21	Ivannie V. Effendi	CT-14	Moon Hyeon Kim	PA-16
Byong-Hun Jeon	CT-23	Ivannie V. Effendi	PA-35	Muhammad Sohail	PB-14
Byong-Hun Jeon	CT-26			MunGyu Lee	PC-36
Byong-Hun Jeon	CT-28	Jae Hyung Choi	PB-30	Myeong-jin Kim	PA-12
Byong-Hun Jeon	CT-29	Jae Hyung Choi	PB-31	Nhan T. T. Huynh	PA-36
Byong-Hun Jeon	PC-28	Jae Keun Lee	PA-34		
Byong-Hun Jeon	PC-29	Jae Wook Sim	PB-30	P.S. Saravana	CT-61
Byung Soo Chun	PB-26	Jaehoon Jung	PA-18	P.S. Saravana	CT-09
Byung-Soo Chun	PA-11	Jae-Young Kim	PB-13	Paul Victor	PB-20
Byung-Soo Chun	PA-24	Jayanta Bhattacharya	CT-18	Periaswamy	PA-24
				Sivagnanam Saravana	PA-24
		Jeong Woo Park	PB-30	Sang-Eun Oh	CT-19
Chang-Keun Yi	PB-13	Jeong-Woo Seo	PB-19	Sang-Eun Oh	CT-25
Changman Kim	CT-22	Jihun Oh	PA-18	Sang-Eun Oh	CT-27
Changman Kim	CT-26	Ji-Hyun Jung	PA-40	Sangyong Kim	PA-36
Changman Kim	PC-28	Jin Ku Cho	PA-36	Semi Han	PC-06
Changman Kim	PC-29	Jin Ku Cho	PA-37	Semi Han	PC-07
Cho Rong Lee	CT-26	Jinsoo Kim	PB-11	Seock-Jin Yoon	PA-20
Cho Rong Lee	PC-28	Jinwoo Lee	PC-29	Seok Hwan Yang	PA-17
Choon-Gi Choi	PB-29	Jiuqiang Xiong	CT-29	Seok-Kyu Park	PA-37
Chul Ho Kim	PB-19	John Ndayishimiye	PB-26	Seong Chan Lee	PB-31
Colin E. Snape	PB-13	Jong-Ho Moon	PB-13	Seunghyun Lee	PC-29
Dae Ryook Yang	PB-37	Joung Ho Park	PA-16	Seung-Soo Kim	PB-11
Daru Setyawan	PB-25	Jun Heok Lim	PA-34	Seung-Soo Kim	PB-30
Deok Jum Lim	PB-26	Jung Rae Kim	CT-22	Seung-Yong Lee	PB-13
Devi Marietta Siregar	PA-34	Jung Rae Kim	CT-26	Shouvik Saha	CT-23
Do Jin Im	PA-17	Jung Rae Kim	PC-28	Sol-ji Chae	PA-24
Do Yeon Kim	PB-37	Jung Rae Kim	PC-29	Soyeon Yoon	CT-24
Dong Wook Kim	PC-07	Jung Yoon Seo	PB-13	Subhabrata Dev	CT-18
		Jung-Hyun Ju	PB-19	Sung-Eun Chang	CT-23
				Sung-Eun Chang	CT-29
El-Sayed Salama	CT-21			Sung-Ho Jo	PB-13
Hao Zuo	PB-31	Kien Tiek Wong	CT-24	Sung-Yoon Ko	CT-25
Hee Chul Woo	PB-11	Kiho Park	PB-37	Sun-Yeon Heo	PB-19
Hee Chul Woo	PB-30	Ki-Sub Kim	PA-12		

T. Sadhasivam	PA-40	김가영	PA-02	김승현	PC-33
Tae Yoon Lee	PA-34	김강출	PB-04	김승현	PC-34
Taeyeon Jeon	PC-36	김강출	PB-05	김승현	PC-37
Tan Phat Nguyen	PA-36	김강출	PB-06	김신동	CT-46
Tan Phat Nguyen	PA-37	김강출	PB-07	김영곤	CT-58
Tri Dinh Vo	PA-11	김건홍	PB-02	김영두	PC-31
Umesh Ghimire	CT-27	김광대	CT-47	김영래	CT-49
Van-Tam Nguyen	PB-29	김기섭	CT-03	김영석	CT-57
Wei Zhang	PB-31	김남일	CT-58	김영훈	PA-03
Woo-Chang Kang	CT-19	김다솜	CT-57	김예린	PC-44
Woo-Chang Kang	CT-25	김대겸	CT-17	김예빈	CT-32
Ye rin Cho	PC-28	김대원	PB-02	김예빈	CT-35
Yeon-Jin Cho	PA-24	김대원	PB-03	김예빈	PA-14
Yong Sun Won	PA-34	김도희	CT-43	김용성	PC-33
Yong-Hyuk Choi	PA-26	김도희	PC-32	김용성	PC-34
Yong-Nam Cho	PA-24	김동영	CT-16	김용성	PC-35
Yong-Seok Hong	PA-16	김동영	CT-45	김용성	PC-37
Young Cheol Park	PB-13	김문준	PB-12	김용준	PC-30
Young Eun Song	PC-29	김문준	PB-17	김용택	PB-33
Young kwan Lee	PC-07	김문현	CT-31	김윤지	CT-40
Zuo Hao	PA-22	김문호	CT-56	김윤현	PC-14
		김미소	PC-44	김윤호	PB-17
		김민정	PB-10	김은지	PB-08
감상규	PB-38	김민정	PC-10	김재곤	CT-39
감상규	PB-39	김민준	PA-39	김정근	PC-18
감상규	PB-40	김범종	PC-30	김정근	PC-23
강경구	CT-45	김범종	PC-31	김정근	PC-43
강미숙	PC-25	김병욱	PB-27	김정수	PA-06
강석환	PB-35	김상도	PB-12	김종남	PB-22
강성균	PB-32	김상도	PB-17	김종남	PB-28
강태성	PC-35	김상도	PB-20	김종무	CT-57
고아현	PB-01	김상도	PB-25	김종민	CT-54
고아현	PB-06	김상만	CT-32	김종환	PA-41
공태연	PA-01	김상만	PA-14	김주민	CT-16
곽유라	CT-32	김석휘	PC-03	김주식	PA-04
곽유라	CT-35	김선경	CT-57	김주형	PA-29
곽유라	PA-14	김성준	CT-52	김준영	CT-11
곽인섭	PA-14	김성훈	PA-13	김준현	PC-33
구교필	PC-08	김수현	CT-35	김준현	PC-34
구웬룡	PA-41	김수현	CT-36	김준현	PC-35
구윤장	PC-24	김수현	PB-20	김준현	PC-37
구윤장	PC-26	김수현	PB-32	김지만	PA-30
구지은	PA-38	김수현	PC-17	김지완	CT-13
구지은	PC-20	김수현	PC-21	김진수	CT-41
권인구	CT-15	김승수	CT-41	김진수	CT-59
권인구	PB-33	김승수	CT-44	김진호	PC-16
권인구	PC-16	김승수	CT-59	김진홍	CT-53

김창현	PC-45	명차리	PA-13	박영철	PB-16
김채원	PA-43	무하마드 크리스탐도	PA-09	박영철	PB-23
김태용	PC-24	아디티야 와르다나	PA-10	박영철	PB-24
김태용	PC-26	무하마드 크리스탐도	PC-24	박영철	PB-34
김태우	PB-14	아디티야 와르다나	PA-19	박영철	PC-01
김택수	CT-17	문건대	PB-14	박용범	CT-38
김해광	PB-06	문종호	PB-15	박일정	PB-02
김해기	PC-14	문종호	PB-16	박재형	PB-08
김현욱	PA-19	문종호	PB-23	박조용	CT-39
김현욱	PB-14	문종호	PB-24	박종기	PB-34
김현욱	PB-16	문종호	PB-34	박종수	PB-01
김현욱	PB-24	문종호	PC-01	박주형	PC-18
김형규	CT-31	문태영	PB-09	박주형	PC-23
김혜원	CT-13	민병무	PB-15	박주형	PC-43
김호	PB-35	민병무	PB-23	박지윤	CT-48
김호	PC-03	민병무	PB-34	박지혜	PC-11
김호겸	CT-40	민병무	PC-01	박찬영	PC-39
김효식	PC-13			박찬영	PC-40
김효진	PA-15	박경수	PC-12	박찬영	PC-41
		박경태	CT-17	박찬영	PC-42
		박금환	CT-57	박천규	CT-39
나병기	CT-50	박기범	PA-04	박희재	CT-49
남궁훤	PC-18	박기수	CT-16	반충현	CT-43
남궁훤	PC-23	박기수	CT-45	밤방 와호노	PA-07
남궁훤	PC-43	박노국	PB-35	배영한	PC-09
남기훈	PC-32	박노국	PC-25	백영순	CT-40
남선우	CT-17	박대원	CT-01	백영순	PC-19
노건호	PC-39	박대원	PC-24	백인규	PB-08
노건호	PC-40	박병현	PC-14	백점인	PC-17
노건호	PC-41	박서윤	PB-09	백점인	PC-25
노건호	PC-42	박석균	PA-25	백정훈	PC-11
동종인	CT-49	박성규	CT-40	범희태	PA-06
		박성수	PC-40	변용수	CT-11
		박성수	PC-41	변용수	CT-31
라호원	PB-09	박성순	CT-46	변용수	PC-15
레카오니엔	PA-41	박성진	PA-03	변용수	PC-16
류상오	CT-33	박성호	CT-11	변헌수	CT-08
류상오	PB-10	박세준	PC-18	빈경미	PA-22
류상오	PB-21	박세준	PC-23		
류상오	PC-16	박세준	PC-43	서동진	PA-02
류시옥	PC-25	박소진	PA-38	서동진	PA-05
류창국	PC-30	박소진	PC-20	서명기	PA-39
류혜원	CT-12	박심수	PA-13	서명기	PC-27
류혜원	PA-32	박영성	PA-19	서명원	PB-09
류호정	PB-23	박영철	PA-19	서명조	CT-33
류호정	PC-17	박영철	PB-14	서명조	PB-21
류호정	PC-25	박영철	PB-15	서문혁	PC-26

서영종	PA-21	오미혜	CT-58	윤양노	PB-14
서장우	PA-02	오소향	PA-33	윤양식	PA-21
서정윤	PA-19	오승진	PA-04	윤여성	CT-58
서정윤	PB-16	오승천	CT-11	윤용승	CT-34
서정윤	PB-24	오영석	CT-12	윤형철	PB-22
성종백	PA-21	오영석	PA-32	윤형철	PB-28
성현제	PB-15	오종현	PA-25	이 찬	CT-34
손덕원	PA-05	오하영	PA-38	이관영	PA-02
손은남	CT-36	오하영	PC-20	이관영	PA-39
손은남	PC-17	오현석	CT-45	이관영	PC-27
손은남	PC-21	오현우	PA-30	이관형	PC-45
손정민	CT-36	우영민	PB-01	이광복	PC-11
손정민	PC-17	우영민	PB-04	이기쁨	PC-03
손정민	PC-21	우영민	PB-05	이기성	PC-33
송광호	PC-43	우영민	PB-07	이기성	PC-34
송규섭	PC-18	우제민	PA-19	이기성	PC-37
송규섭	PC-23	우제민	PB-16	이도원	CT-06
송규섭	PC-43	우제민	PB-24	이동건	PA-33
송인규	PA-21	우희철	CT-09	이동복	PC-10
송찬경	PA-21	우희철	CT-38	이동욱	PC-43
송형운	PC-04	우희철	CT-43	이동호	PA-19
신명철	CT-13	우희철	CT-59	이동호	PB-16
신우진	CT-60	우희철	CT-61	이동호	PB-23
신우진	PB-36	우희철	CT-62	이동호	PB-24
신우진	PC-02	우희철	PA-22	이루세	CT-35
신우진	PC-05	우희철	PA-30	이루세	CT-36
신재욱	CT-12	유영돈	PB-32	이루세	PC-17
신재욱	PA-32	유정복	CT-02	이루세	PC-21
신준호	PB-17	유준	CT-14	이문용	PA-41
신중욱	CT-11	유준	CT-42	이미정	PA-43
신헌용	PB-34	유준	CT-62	이민규	PB-38
심동민	PB-15	유준	PA-08	이민규	PB-39
심재욱	CT-44	유준	PA-28	이민규	PB-40
심재훈	PB-12	유준	PA-35	이민규	PC-42
심재훈	PB-17	유지인	PB-24	이민석	CT-47
		유지호	PB-12	이민재	PA-21
		유지호	PB-20	이병진	PC-22
		유지호	PB-25	이봉섭	CT-08
안낙균	PC-12	유지호	PB-22	이상우	PB-02
안혜진	PA-31	유충열		이성찬	PA-22
양대훈	PB-03			이승우	CT-33
양성용	PB-08	윤상준	PB-09	이승우	PB-21
양주희	PB-18	윤상철	CT-55	이승종	PC-15
엄성현	CT-47	윤성필	CT-15	이승종	PC-16
염규인	CT-40	윤성필	CT-33	이승철	PB-05
염규인	PC-19	윤성필	PB-10	이승철	PB-07
오건웅	PB-09	윤성필	PB-21	이시훈	CT-32
오두영	PC-04	윤성필	PB-33		

이시훈	CT-35	이창수	CT-45	장진영	PB-01
이시훈	PA-14	이창수	CT-54	장진영	PB-04
이시훈	PB-12	이창수	PC-22	장진영	PB-05
이시훈	PB-17	이창한	PB-38	장진영	PB-07
이시훈	PB-20	이창한	PB-39	전동혁	PB-12
이시훈	PB-25	이창한	PB-40	전동혁	PB-15
이신근	PC-45	이철우	PB-18	전동혁	PB-25
이영우	CT-48	이철호	PA-33	전동혁	PB-34
이영재	PB-01	이춘범	CT-37	전동환	CT-15
이영주	PC-18	이치원	CT-33	전동환	PB-33
이영주	PC-23	이태진	PB-35	전동환	PC-13
이영주	PC-43	이태진	PC-25	전병수	CT-09
이용택	PB-27	이현주	CT-05	전병수	CT-10
이원기	PC-39	이혜원	PC-19	전병수	CT-61
이원기	PC-40			전종기	PA-33
이원기	PC-41	임도진	PA-01	전충환	PC-23
이원기	PC-42	임도진	PA-03	정규열	PC-22
이윤식	CT-53	임도진	PA-28	정기진	PB-10
이은도	PC-30	임동렬	CT-11	정기진	PC-13
이은도	PC-31	임동하	PC-24	정석우	CT-31
이재구	PB-09	임동하	PC-26	정석우	CT-33
이재만	CT-15	임성린	PA-23	정석우	PB-10
이재만	CT-31	임성린	PA-27	정석우	PB-21
이재만	CT-33	임성린	PA-31	정석우	PC-10
이재만	PB-21	임성린	PC-38	정석우	PC-13
이재만	PB-33	임영준	PB-12	정석우	PC-15
이재만	PC-13	임영준	PB-20	정석우	PC-16
이재만	PC-15	임영준	PB-25	정수화	PC-31
이재용	PA-43	임옥택	PA-07	정용진	PB-01
이정규	CT-12	임옥택	PA-09	정용진	PB-05
이정규	PA-32	임옥택	PA-10	정용진	PB-06
이제승	CT-04	임옥택	PA-15	정용진	PB-07
이종배	PB-12	임은미	PC-24	정용한	PB-35
이종섭	PA-19	임재완	PB-04	정용한	PC-25
이종섭	PB-15	임정환	PB-12	정우현	CT-15
이종섭	PB-16	임정환	PB-25	정우현	PB-33
이종섭	PB-23	임태환	PC-32	정우현	PC-15
이종섭	PB-34	임한권	CT-38	정유식	CT-48
이종섭	PC-01	임한권	PC-45	정은영	PB-22
이종협	PA-21			정재영	PA-29
이주열	PC-14			정종선	CT-31
이준혁	PC-35	장성호	PC-22	정찬희	PB-22
이중원	PA-21	장은진	CT-58	정태성	PA-06
이지은	PB-10	장정희	CT-60	정항철	PB-02
이진욱	CT-34	장정희	PB-36	정항철	PB-03
이찬기	PC-12	장정희	PC-02	정해영	PC-24
이창수	CT-16	장정희	PC-05	정해영	PC-26

정희숙	PC-03	최춘기	CT-52
정희숙	PC-04	최춘기	CT-53
조강희	PA-06	최호경	PB-12
조강희	PB-28	최호경	PB-25
조성호	PB-23	최희락	PB-02
조아라	PA-23	최희락	PB-03
조아라	PC-38	최희영	CT-60
조용준	CT-49	최희영	PB-36
조윤성	CT-07	최희영	PC-02
조재호	PA-13	최희영	PC-05
조종표	PB-04		
조종표	PB-05	표영덕	PB-06
조종표	PB-06	하정명	PA-02
조종표	PB-07	하정명	PA-05
조현정	PC-44	하종한	CT-39
주기태	PC-33	한근호	PC-27
주기태	PC-34	한기보	CT-60
주기태	PC-35	한기보	PB-36
주기태	PC-37	한기보	PC-02
주창식	PC-39	한기보	PC-05
지 엠 하산 샤하리아	PA-09	한단비	CT-40
지 엠 하산 샤하리아	PA-10	한단비	PC-19
지민규	CT-20	한명훈	PB-05
진경태	PB-23	한명훈	PB-07
		한상섭	PA-06
채병만	PB-02	한상진	PC-34
최석천	PA-25	한수현	PC-31
최아란	PC-44	한재운	PC-45
최여진	CT-49	허광선	PC-08
최영곤	PA-04	허광선	PC-09
최영찬	CT-30	홍범의	PB-35
최영찬	PC-18	홍범의	PC-03
최영찬	PC-23	홍선옥	CT-16
최영찬	PC-43	홍성제	PA-43
최예슬	CT-12	홍현선	PC-44
최예슬	PA-32	황라현	PC-11
최용기	PC-26	황상연	CT-33
최유리	PA-27	황상연	PB-21
최재욱	PA-05	황상연	PC-10
최재형	CT-59	황열순	CT-50
최정규	PA-05	황운태	PB-24
최종원	PC-18	황인찬	CT-55
최종원	PC-43	황정호	CT-13
최진식	PC-14	황준호	CT-50
최창용	PA-28		
최창형	CT-54		
최춘기	CT-51		

단장 인사말



이관영 교수
고려대학교 화공생명공학과

미래창조과학부가 지원하는 기초연구사업분야 선도연구센터(ERC)사업에 초저에너지 자동차 초저배출 사업단(Super Ultra Low Energy and Emission Vehicle Center, SULEEV)이 선정되어 2016년 6월 출범하였습니다.
SULEEV 사업단은 “초저에너지 자동차와 초저배출 정화시스템 기술의 상용화”를 목표로 융합연구를 수행하여 낮아진 배출가스 온도에서도 높은 정화 성능을 보이는 새로운 정화시스템을 개발하고 사업화할 것입니다.
본 사업단 개소식에 참석하시어 자리를 빛내주신 모든 분들께 감사드립니다. 앞으로도 많은 관심과 격려 부탁드립니다.

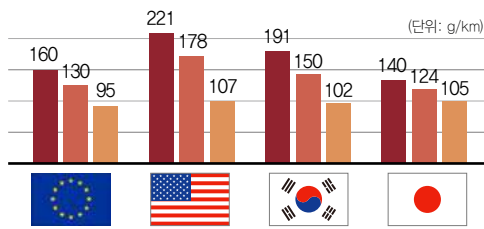
사업단 소개

초저에너지 자동차 초저배출 사업단은 낮아진 배출가스 온도에서도 높은 정화 성능을 보이는 새로운 정화시스템 개발을 목표로 융합연구를 수행 중입니다. 향후 2022년까지 7년 간 (1단계 4년, 2단계 3년) 정부 및 참여기업으로부터 지원받아 연구를 진행할 예정입니다. 사업단장 이관영 교수를 비롯한 고려대학교 화공생명공학과 교수 4명과 서울대학교, 한국과학기술원(KAIST), 서울시립대학교, 전남대학교, 강원대학교 교수 7명, 총 11명의 화학공학과 교수가 사업단을 이루어 집단연구를 수행하고 있습니다. 또한 사업단에는 관련 기업 7개가 참여해있으며 (현대자동차, 희성촉매, 블루플래닛, 세라컴, 씨비비주식회사, 이엔디, 클루라이프), 참여 기업과의 연계를 통해 개발한 정화시스템의 신뢰도를 평가하고 상용화를 추진하고자 합니다.

연구의 배경 및 필요성

① 차량 이산화탄소 배출규제 강화

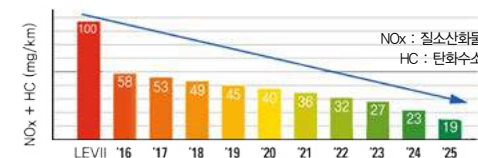
- 지구온난화 억제를 위해 이산화탄소 배출량 저감이 필수적인 상황임.
- 이에 따라 주요 산업국가에서는 차량의 연비규제 및 이산화탄소 배출규제를 강화할 예정임.



∴ 차량의 연비향상 및 이산화탄소 배출 저감 필수

② 자동차 배기가스 오염물질 배출규제 강화

- 자동차 배기가스에는 질소산화물(NOx), 탄화수소(HC), 입자상물질(PM), 일산화탄소(CO) 등의 오염물질이 존재함.
- 이러한 배기가스 내 오염물질 규제 또한 향후 지속적으로 강화될 예정임.



∴ 월등히 개선된 자동차 배기가스 배출저감 기술 필요

고연비-저배출 동시달성

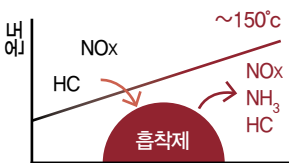
기존 기술

새로운 기술

※ 고연비 기술의 특징: 배기가스 온도 하락
∴ 약 150°C에서 작동하는 촉매 정화 장치 개발 필요!

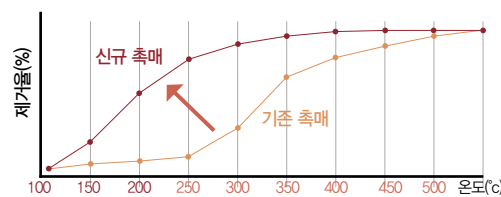
연구목표

① 저온시동 해결



촉매가 작동하지 않는 저온에서 오염물질을 흡착하고 촉매가 작동하는 고온에서 탈착시키는 온도선택적 흡착제 개발

② 저온 산화/환원 촉매 및 PM 연소 촉매 개발



계산화학 및 나노합성기술을 적용하여, 약 150°C의 저온에서 작동하는 산화/환원촉매와 400°C 이하에서도 작동하는 PM 연소 촉매 개발

③ 정화시스템 완성

- (1) 촉매 비활성화 메커니즘 해석 및 촉매 수명 확보 방안 도출
- (2) 필터에 촉매/흡착제를 코팅하기 위한 슬러리코팅 기법 개발
- (3) 통합제어 및 이상진단 알고리즘 도출

산학협력 및 사업화 계획



한밭대학교 RIC는 산업부의 지원을 받아 설립된 센터로써 최신분석기기를 보유하고, 저렴한 비용으로 신속 정확한 분석서비스를 제공합니다.

Pilot Test 및 생산지원 서비스

- 화학반응 및 최적조건 확립
- 의약 중간체 및 전자재료 합성
- 생물자원 유효성분 추출
- Glass Reactor, 고압반응기 등 보유

기기분석 서비스

- 유기물 분석 : NMR, GC-MSD, HPLC, GPC, FT-IR, UV-VIS
- 무기물 분석 : ICP, XRD, SEM-EDS, IC
- 표면특성분석 : Micro-CT, BET, Porosimeter, TPD, AFM, α -step
- 물 성 분석 : TGA, DSC, Zetasizer, PSA



Micro-CT



NMR



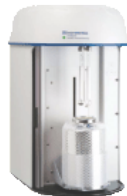
ICP



GC-MSD



TGA



BET



Porosimeter



SEM-EDS

장비 사용료

장비명	사용료(원)	비고
100L 유리반응기	500,000/day	-60~200°C, 0.5bar
250L 유리반응기	500,000/day	-60~200°C, 0.3bar
20L 고압반응기	200,000/day	-60~200°C, 0.3bar
300L 합성반응장치	500,000/day	-20~120°C, 5bar
200L 결정화장치	500,000/day	-40~250°C, 20bar
20L 진공증류기	200,000/day	-25~150°C, 2mbar

장비명	사용료(원)	장비명	사용료(원)
Micro-CT	100,000/ea	BET(기공분포)	70,000/ea
NMR	20,000/h	BET(비표면적)	50,000/ea
GC-MSD	30,000/ea	Porosimeter	70,000/ea
SEM	10,000/ea	XRD	20,000/ea
EDS	10,000/ea	ICP	30,000/ea
TGA	20,000/ea	FT-IR	20,000/ea
DSC	20,000/ea	GPC	30,000/ea
AFM	40,000/ea	IC	50,000/ea
UV-VIS	30,000/ea	HPLC	30,000/ea
α -step	20,000/ea	TPD	70,000/ea
PSA	20,000/ea	Zetasizer	20,000/ea

※ 연구장비 공동활용지원 사업 바우처 사용 가능

※ 전처리 비용 등 별도의 추가 비용이 발생할 수 있음



결정 기능화 공정 센터 (ERC)

센터장: 김우식 교수 (wskim@khu.ac.kr)

본 센터는 조립인자를 통한 결정 설계기술과 규칙적 마이크로/매크로 유동제어기술의 결합을 통한 기능성 결정설계 기술 및 결정 기능화 공정기술의 개발을 목적으로 설립되었습니다. 본 센터 주도하에 연구개발 되는 기술은 정밀화학, 디스플레이, 에너지, 전자소자 산업 등 국가 전략기술 산업에 큰 도움이 될 것으로 기대되고 있습니다.



연구 및 사업 내용

- 원자, 분자 조립인자 제어를 통한 기능성 결정설계 기술 개발
- 규칙적 마이크로/매크로 유동을 이용한 선택적 결정 핵생성 및 성장 제어 공정 기술 개발
- 기능성 결정제조 원천기술의 상용화를 위한 산/학 협력 관계 구축
- 차세대 결정소재 제조기술을 선도할 창의적 핵심 연구인력 양성



사업 기간

- 총 사업기간: 2014.5 - 2021.2
- 1단계 : 2014.5 - 2018.2
- 2단계: 2018.3 - 2021.2

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732
경희대학교 국제캠퍼스 <http://fccerc.khu.ac.kr>

*Creative thinking!
The future found from the sea!*

AQUATIC BIOMASS RESEARCH CENTER(ABRC)



General director of ABRC
Prof. Hee-Chul Woo

VISION

A Country with Advanced Green Industry of Marine Bio

GOAL

To Secure Seaweed Biomass and Develop Application

MASS PRODUCTION

- Mass Production of High-Density Seaweed
- Selection of Sites
- Open Sea Production Management System
- Eco-Friendly On-site Pre-Treatment Process

GREEN ENERGY

- Biological Conversion Process
- Green Energy Fusion Process

INTEGRATED APPLICATION

- New Health Material
- Consolidated Process and Product Development





(사) 한국청정기술학회 www.cleantech.or.kr

학회사무국 : (48547) 부산시 남구 신선로 365 부경대학교 용당캠퍼스 4공학관 204호
학회업무 총괄 : 051-629-6436, Fax) 051-629-6429 cleantech@pknu.ac.kr
학술지업무(청정기술편집실) : 055-772-1780 cleantech@gnu.ac.kr