

한국과 미국의 공학교육인증제도와 운영의 비교 (화학공학 프로그램을 중심으로)



박 윤 국

홍익대학교 화학시스템공학과
parky@hongik.ac.kr

고려대학교 화학공학과 학사
고려대학교 화학공학과 석사
Auvurn Univ. 화학공학 박사
(현) 홍익대학교 화학시스템공학과 교수

1. 서론

미국 대학의 인기 있는 운동종목 둘을 고루라고 한다면 누구나 쉽게 대학농구와 대학미식축구를 선택한다. 농구팀이 있는 미국 대학의 학교라면 64강이 겨루는 농구 토너먼트, 이름 하여 March madness (초봄의 축제), 에 초청되기를 간절히 기도한다. 1회전에 탈락되더라도 64강이 겨루는 토너먼트에 초청된다는 것은 대단한 영광이 아닐 수 없고, 초청된 64개팀 모두 우승의 꿈을 꿀 수 있다는 것만으로도 선수는 물론 해당 학교에 다니는 학생, 지역주민들에겐 큰 자랑거리가 아닐 수 없다.

미국 대학 농구보다 더 인기가 있는 운동 종목은 대학미식축구이다. 해를 거듭하면서 조금씩 운영하는 방식이 변했어도 매주 토요일 열리는 경기를 보려고 몇 백마일을 마다않고 경기장으로 모여드는 해당 학교의 동문들과 대학미식축구 팬들을 보면 이는 단순한 운동 경기이상임을 어렵지 않게 눈치 챌 수 있다. 챔피언을 가리는 방식이 농구와 달리 전문가 여론조사 (poll)에 의존한다는 사실이 많은 논란을 일으키는 일이지만 말이다.

하지만, 재미있는 일은 농구에 강한 학교는 미식축구가 약하고, 또 그 반대의 경우가 대부분이라는 점이다. 어느 대학의 경우 농구가 워낙 인기가 높아 농구 시즌 티켓을 사기 위해서는 인기가 덜 한 미식축구의 시즌 티켓을 반드시 구입해야만 하는 경우도 있으니 말이다. 그러나 작년(2006-2007) 시즌의 농구 우승팀이 미식축구

의 우승팀이었다는 사실은 기자들의 펜 끝을 바쁘게 만들었다는 것만으로도 이런 두 인기 종목의 균형은 우연이 아닐지 모르겠다.

미국에서 4년 6개월 동안 교수로서 학부교육에 이바지 하고 미국에서의 공학인증 제도를 맛본 필자가 한국과 미국의 공학인증 제도 운영의 차이를 간략히 소개하고자 한다. 사실 한국의 공학교육인증제의 PD로서의 짧은 경험 (2006-2008)과 조교수로서의 미국 대학교수 경험 (2001-2006)은 사실 대단히 편협적인 이야기를 이끌어내리 라는 우려가 먼저 앞서고 많은 오류가 있으리라 판단되지만 독자들의 넓은 아량과 한국 공학교육인증 제도가 좀 더 나은 방향으로 나갈 수 있는 참고자료가 될 수 있을지도 모른다는 기대로 두 나라의 공학인증 제도와 운영의 차이를 화학공학 프로그램을 중심으로 살펴보고자 한다.

2. 본론

2.1 연구중심과 교육중심

운동 종목에서와 마찬가지로 미국 대학은 각 대학이 추구하는 목표가 확연히 다르다. 대학원 중심의 연구중심대학과 학부 중심의 교육중심 대학이 그것이다. 한국에는 전자의 경우에 해당하는 미국의 대학들만이 알려지게 되어 후자에 해당하는 수많은 우수한 대학들은 덜 알려진 것이 사실이다. 필자가 짧은 동안 몸 담았던 조

그만 학교 역시 후자에 속한 대학이었다.

연구중심의 대학은 말 그대로 대학원생들의 연구를 증진할 수 있는 제도가 잘 갖추어져 있다. 그렇다고 학부 교육에 대한 제도가 부실하다는 말은 물론 아니다. 하지만 학교의 행정 지원체계가 정부나 회사로부터 연구비를 수주하고 이를 통해 연구를 수행하는 대학원생과 교수들을 지원하는 제도가 잘 갖추어져 있기 때문에 연구와 교육의 두 가지 축 중에서 교수들은 아무래도 연구에 좀 더 치중하게 될 수밖에 하겠다.

이에 반해 어떤 이유에서든 학부 교육에 중심을 둔 학교들은 연구보다는 학부생들의 교육에 대한 행정지원이 좀 더 체계적이고 교육에 대한 교수들의 비중이 연구보다 높다. 또한 그런 이유로 해서 해당 학교들의 ‘교육목표’는 상이할 수밖에 없다. 연구중심의 대학들은 대학원을 중심으로 운영하고 또한 학부생들이 연구에 직, 간접적으로 참여할 수 있는 기회도 많고, 그런 이유로 그들의 ‘교육목표’ 역시 해당 학부 졸업생들이 졸업 후 좀 더 심도 있는 연구를 진행할 수 있는 능력을 배양하는 것이 그 주를 이룬다. 하지만 교육중심 대학들은 학부생들의 산업체 진출에 보다 큰 비중을 둔 교육목표를 설정하고 프로그램을 운영하고 있다.

한국의 경우 ‘BK21’ 사업을 기점으로 연구중심 대학들과 교육중심 대학들로 구분되는 경향을 보이고 있다. 하지만 이 둘의 차이가 불분명하고 연구와 교육을 모두 아우르는 교육목표를 설정하는 대학들의 수가 아직도 많다. 미국의 경우 공학인증 부여 대학졸업자라면 산업체로의 고용기회의 균등이라는 측면에서는 연구중심 대학졸업자와 교육중심 대학졸업자의 차이는 없다. 한국의 공과대학들도 미국의 경우와 마찬가지로 색깔이 분명한 교육목표 설정이 하루빨리 정착되어야 한다고 본다.

2.2 인증기준 비교와 인증기준 유지를 위해 교수들이 하는 일의 차이

표 1에서 보는 바와 같이 미국의 공학인증요구조건과 한국의 것은 매우 유사하다. 인증조건별 요구조건이나 기준등도 제시한 웹사이트에 접속해서 자세히 살펴보면 보다 쉽게 알 수 있다. 예를 들면 학습성과의 경우 미국은 a에서 k까지 (a-k)로 11가지의 학습성과를 요구하

미국[1]	한국[2]
Students	학생
Program Educational Objectives	프로그램의 교육목표
Program Outcomes and Assessment	프로그램의 학습성과 및 평가
Professional Component	교육요소
Faculty	교수진
Facilities	시설 및 자원
Institutional Support	
Program Criteria	프로그램 기준

▲ 표 1. 미국과 한국의 공학교육인증제의 기준 비교

는 반면 한국은 12가지 공통적으로 요구하는 학습성과가 있다.

하지만 어느 나라의 공학인증 기준에 속해 있느냐는 공과 대학교수들이 공학인증을 준비하고 유지하는데 참여야 되는 노력에는 큰 차이를 보인다. 미국에 있는 공과대학 교수들이 공통적으로 하는 일은 자신이 가르치는 과목들의 교과목 평가를 course-embedded assessment에 근거하여 교과목 평가를 수행할 뿐이다. 이에 근거하여 각 교수들은 자신이 가르치는 교과목의 지속적 품질개선을 꾀하는 일만 하면 된다. 각 교과목의 학습성과를 취합하여 프로그램의 PD는 프로그램의 학습성과가 달성됐는지를 판정하고 이를 교수회의를 통하여 부족하거나 달성되지 못한 학습성과를 성취하기 위한 교과과정을 개편할 뿐이다.

미국의 ABET 제도에서는 교수들의 교과목 강의가 대단히 중요하고 course-embedded assessment에 근거한 교과목 평가를 수행하기 위해 쏟는 개개 교수들의 노고가 필적할 만하다는 것이다. 공식적으로 조사된 자료는 없지만 미국 공과대학의 대부분 교수의 학기당 평균시수는 6시수를 넘지 않는다. 한국의 경우 9시수가 대부분이다. 또한, 미국의 경우 시간강사라는 강사들이 전공과목을 다루는 경우는 극히 제한적이다. 한국의 경우에는 이상하게도 여건은 제대로 갖추어주자는 여론은 형성되지 않은 채 이런저런 이상한 요구들만을 교수들에게 강요하는 정말 이상한 기류가 형성되어 있다. 주당 10시간 가량의 강의와 기타 행정적인 일들로 가득한 교수들의 일정표에서 얼마나 더 많은 시간을 할애하여 공학인증제도를 받고 유지하기 위한 행정서류들 작성에 얽매

여야 하는가?

한국의 경우는 사정이 판이하게 다르다. 우선 공학교육인증원에서 course-embedded assessment를 인정하지 않는다는 점이다. 선수과목제도가 확립되지 않은 한국에서는 course-embedded assessment를 인정해 주기 어렵다는 것이 한국 공학 교육 인증원(공인원)의 공식적인 입장인 것으로 필자는 이해하고 있다. 그래서 심화과정에 속한 학생들이 졸업시점에 달성하여야 할 학습성과의 성취기준을 교과과정과 비교과과정으로 나누어 실행하고 있는 프로그램의 수가 많다. 이는 교수들이 담당하는 교과목의 교과목 평가이외에도 학습성과 평가를 위해 투자하여야 할 시간과 노력이 많을 수 밖에 없는 근인(近因)이다. 그리고, 미국의 교수수가 작은 (10명 이하) 프로그램에서는 교수회의를 통하여 모든 의사결정을 하고 이를 회의록에 기록한다. 하지만, 한국에서는 위원회를 구성하여 각 위원회별 회의록을 기록하여야 한다. 예를 들어 필자가 속한 프로그램에서는 프로그램 운영위원회가 있고, 이 운영위원회에는 프로그램 위원회와 교과과정 위원회, 그리고 평가위원회를 대부분의 다른 프로그램에서 처럼 운영하고 운영실적으로 회의록을 작성하고 있다. 이 또한 많은 노력과 시간을 요하는 문서작업이다. 필자가 속한 프로그램 같이 작은 프로그램에서는 실제로 교수회의를 통하여 모든 의사결정이 이루어지기 때문에 교수회의 회의록 하나로 통합 운영하면 어떻게 제안을 해본다.

물론 좋은 예가 되지는 않겠지만, 미국의 일부대학들이 ABET 방문평가에서 지적받은 내용들은 - ‘교수들이 의사결정과정에서 얼마나 민주적으로 반영되는지에 대한 근거자료가 부족하다’, ‘학회에서 요구하는 공통적인 과목들이 각 프로그램에서 어떤 과목으로 교육시키는지에 관한 구체적인 언급을 요한다.’, 또는 ‘학생들이 수강하는 실험과목의 실험실의 장비들이 노후되어 첨단 화학공학교육이 가능한지?’ - 주로 이런 것들이다. 하지만, 우리나라의 경우 ‘아무 과목의 설계 과목은 설계라고 할 수 없다.’ ‘교수들의 설계에 대한 개념의 정립이 요구된다.’ 등의 지적사항등이다. 물론 역사가 일천하고 졸업생이 배출되지 못한 프로그램의 지적사항들이 제한되어 있는 것은 사실이지만, 실제 졸업생이 배출될 때 까지는 인증원에서도 프로그램 소속 교수들을 격

려하고, 그들이 올바른 프로그램을 유지할 수 있도록 해당 프로그램을 지원할 수 있는 방안을 마련하는 것이 인증원의 주 역할이 되면 어떨까?

2.3 설계교과목

한국과 미국의 공학인증제도가 가지는 공통점들 중 하나는 화학공학 (유사) 프로그램들의 경우 “설계”교과목을 개설하여 운영하도록 요구한 인증기준이 있다는 점이다. 하지만 두 나라의 “설계”과목 운영에 대한 기준은 현격한 차이를 보인다.

한국의 경우 인증원에서 요구하는[3] 인증기준 3은 아래와 같다.

● 인증기준 3

교과영역 및 교과목은 프로그램의 교육목표 및 학습성과를 달성할 수 있도록 체계적으로 구성되어야 하며 지속적으로 개선되어야 한다. 졸업생의 현장적응력을 높이기 위하여 설계관련 교과목을 체계적으로 편성하여야 한다. 특히 고학년에는 저학년에서 배운 지식과 기술을 기초로 하고 산업표준, 경제, 환경, 윤리, 안전, 사회, 정치 등 현실적 제한 조건을 고려한 종합설계 교과목을 포함하여야 한다. 교과영역별 최소 이수학점 수는 아래와 같다.

(2) 전공 교과목은 60 학점이상으로 한다. 단, 설계과정은 18 학점 이상으로 한다.

미국의 경우 [4] 같은 인증기준에 관한 요구사항은 아래와 같다.

(b) one and one-half years of engineering topics, consisting of engineering sciences and engineering design appropriate to the student's field of study. The engineering sciences have their roots in mathematics and basic sciences but carry knowledge further toward creative application. These studies provide a bridge between mathematics and basic sciences on the one hand and engineering practice on the other. Engineering design is the process of devising a system, component, or process to meet desired needs. It is a decision-making process (often

iterative), in which the basic sciences, mathematics, and the engineering sciences are applied to convert resources optimally to meet these stated needs.

Students must be prepared for engineering practice through the curriculum culminating in a major design experience based on the knowledge and skills acquired in earlier course work and incorporating appropriate engineering standards and multiple realistic constraints.

이 얼마나 극명한 차이인가? 미국 대학 화학공학과 홈페이지의 졸업요건을 클릭해보면 차이는 더욱 극명하다. 필자가 줄고를 준비하면서 접속해본 20여개의 주요 대학들 어디에서도 설계학점에 관한 규정은 없었다. 다만 4학년 2학기에 수행하는 종합설계교과목을 운영하는 공통점을 제외하고는, 프로그램을 운영하는 모든 권한과 책임을 가지는 미국 공과대학의 경우와 한국의 경우는 사뭇 차이가 크다고 아니할 수 없다.

한국 공학교육인증원이 제시하는 기준을 만족하기 위해서는 필자가 속한 프로그램에서는 설계교안도 있어야 되고 설계 현실적 제한요소 등에 맞추어 설계문제를 내야만 한다. 전공 과목들 중 화학공학의 경우 학문의 특성상 설계과제를 인증원에서 요구하는 모든 요건을 과목을 운영하기는 대단히 어려운 일이다. 그런 연유로 많은 화학공학 교수님들이 한국화학공학회의 공학교육 인증관련 세션에서도 많은 제안과 건의들을 적극적으로 개진한다. 어느 대학 화학공학과 교수님 말씀 [5]대로 “화학공학에서 열전달 과목이라는 과목에서 반드시 알아야할 설계과제는 무엇입니까? 최소면적의 열교환기를 설계하는 것입니다. 따라서, 최소면적을 구할 수 있는 방법을 가르치고 그런 문제들이 설계문제입니다” 그런데 이런 문제는 open-ended problem이 아니라는 이유로 설계과제가 아니라고 한다면 학문의 특성상 공학인증 프로그램 소속 학생들이 알아야 할 기본적인 면서도 중요한 요소를 빠뜨리는 우를 범하지는 않는지 곰곰이 생각해 보아야할 과제이다.

2.3 선수과목 관리체계와 공학도에 대한 두 나라의 다른 대우

미국 공과대학 신입생들은 우리나라처럼 본인이 공학인증과정에 있는지, 공학인증 과정으로 졸업을 해야 하는지 등의 고민이 없다. 입학과 동시에 모든 신입생들, 또는 중간에 편입하는 학생들의 전적대학이 인증 프로그램소속이든 아닌든 간에 일단 편입하게 되면 학과에서 제공하는 졸업기준을 만족해야만 졸업한다는 사실을 인지하고 있다. 이에 반해 우리나라는 너무도 복잡하다. 이런 경우에는 이런 매뉴얼을, 저런 경우에는 또 저런 매뉴얼을 들이대야 하고, 프로그램에서는 해당 매뉴얼을 만들어 내고 유지하여야 한다. 얼마나 많은 시간을 문서작성과 유지 보수에 할애하여야만 하는가? 학생들의 공학인증으로의 졸업을 위한 이수보장의 차이는 비단 어떤 종류의 학생이 프로그램으로 입학 또는 전입 하는지에 있지 않다.

미국 대학의 경우 학과에 입학하는 신입생의 경우 SAT나 ACT 점수에 근거하여 어떤 과목을 수강하여야 하는지 정해져 있다. 그 과목을 수강하지 못하면 절대로 그 다음 단계의 과목을 수강할 수 없다. 바꾸어 말하면 철저한 선수-후수 체계를 유지하고 있다. 어떤 학생의 경우 기초수학과목을 여러번 수강하는 경우도 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 화학공학을 원래의 전공으로 택했지만 교양등의 모든 과목은 다 수강했지만 화학공학 전공과목은 한 과목도 수강할 수 없게 되는 것이다. 이런 학생들은 대체로 두 가지 중 하나의 진로를 택한다. 복잡한 수학이나 기초과학등이 필요없는 전공으로 바꾸는 것이 그 하나이고 전공과목을 수강하기위해 필요한 과목들을 어떤 학점이상 취득할 때까지 계속 수강하는 것이 다른 하나이다.

전입생들의 경우도 자신이 졸업하기 위해서는 학과에서 제공하는 전공 교과목들을 선수와 후수개념에 맞추어 수강하면 되고, 교수들도 지도학생이 신입생이건 전입생이건 상관없이 이수체계에 근거하여 수강지도만을 하면 된다. 전입생의 경우 아무리 자신의 수학능력이 떨어진다고 해도 굳이 후자의 경우를 택해 다른 학생들보다 더 많은 시간을 투자해서 화학공학을 자신의 전공으로 택하는 것은 전입생 본인의 자유이다. 한국의 경우처럼 프로그램에서 전입생들의 수학능력시험을 주관하

고 이들의 성적 분포에 맞추어 이런저런 교과목 수강을 지도하고 이를 위한 근거자료를 만드는 문서작업과 편입생 수용정책과 실적등의 문서작업은 할 필요가 없다.

그럼 학생들은 어떤 이유로 해서 그토록 화학공학을 전공으로 택하고자 하는 것일까? 그 해답은 간단하다. 아래 표2에서 보는 바와 같이 화학공학을 전공으로 하는 대졸 신입사원의 초봉은 다른 전공분야의 졸업자와 극명한 차이를 보여준다. 일부 우등 졸업자들의 연봉은 미화로 8만불이 넘는다[6]. 전반적으로 공학계열 전공자들의 초봉이 비공학계열 전공자들의 초봉보다 월등히 높기 때문에 오랜 시간을 투자하면 그만큼 고생한 댓가를 받을 수 있는 제도적 장치가 있기 때문이다.

일부 대기업을 중심으로 공학인증 졸업자들에게 취업시 가산점을 주는 움직임이 있다 [8]. 산업체 역시 대학에 어떤 요구만을 하기 보다는 세계적인 기업들을 중심으로 대학에 이런 저런 인재상을 요구하되 공학계열 졸업자들을 다른 계열 졸업자와는 다른 대우를 해 준다면 우리가 안고 있는 문제점들 중의 상당부분이 해결될 수 있다고 본다.

초봉	직업군
< \$20,000	Teacher Assistant Floral Designer
\$20,000 - \$30,000	Photographer Preschooler Teacher Paramedic
\$30,000 - \$40,000	Paralegal Carpenter Preschool Administrator
\$40,000 - \$50,000	Librarian Urban Planner Secondary Teacher
\$50,000 - \$60,000	Database Administrator Electrician Financial Analyst
\$60,000 - \$70,000	Human Resource Manager Sales Engineer Chemical Engineer
> \$ 70,000	Sales Manager Dentist Lawyer

▲ 표 2. 전공별 초봉표 [7]

2.4 발빠르고 유연한 교과과정 개편

1888년 메사스세추공대 화학과 교수였던 Norton 교수가 개설한 4년과정을 화학공학의 효시로 본다 [9]. 그 이후 펜실베니아 대학 (1892) 등이 뒤를 이었고, 화학과 이외에도 기계공학과에서 출발한 콜로라도 대학 (1904) 과 전기공학과에서 그 효시를 찾을 수 있는 위스콘신 대학 (1905) 등이 있다. 역사적으로 화학공학은 단위조작 (Unit operation) 과 운동량, 열 및 물질전달에 관한 과목들을 공통적으로 개설하여 학생들을 교육시켰다. 이런 교육과정은 화학공학 졸업생들의 대부분 (80%) 이 화학과 관련된 산업체에 취업한데 [10]에 그 이유를 찾을 수 있으며 이런 대세는 21세기 초반까지 대세를 이루었다. 하지만, 졸업생의 25% 정도만이 화학과 관련된 산업체에 취업하는 요즘에는 기존의 화학공학 교과과정은 고집하는데 큰 무리가 따른다는 것이 여론이다. 이런 문제를 극복하고자 미네소타 대학과 같이 재료와 관련된 교과과정을 보강하는 대학과 위스콘신 대학과 같이 생물과 관련된 교과과정을 보강하는 대학들이 눈에 띄게 늘었다.

물론 한국의 경우도 예전에 비하면 학과내 교수들의 교과과정 개편에 관한 운신의 폭이 공학인증을 계기로 넓어지고 훨씬 자유로워진 것은 괄목할 만하지만 학교 본부와 그 외에 다른 많은 외부 요인들로 인하여 이런 발빠른 대처를 한다는 것은 너무도 힘겹다. 한국의 공과대학 교수들에게 산업체와 언론을 비롯한 사회에서 이런저런 요구를 하기에 앞서 그들이 경쟁력있는 공학도를 양성하기 위해 그들의 입장에서 서서 어떻게 하면 이들을 도울 수 있는지의 방안을 마련하고 여론을 조성하는 일이 선행되어야 한다고 사료된다.

3. 결론

작년 제주도에서 열린 공학교육학회에 참석해 미국공학교육학회와 일본공학교육학회가 설립된 지 각각 100년과 60년이 넘었다는 놀라운 사실을 알게 되었다. 구체적으로 미국의 공학인증제도인 ABET은 1932년에 시작되었고, 한국은 1999년도에 창립되었다. 70년 가까운 세월의 차이가 있다. 이런 차이가 있음에도 두 인증제도에서 공통점도 적지 않다. 두 나라의 공학인증제도가 성과 기반과 수요지향이라는 교육학적 철학에 기반을 둔다

는 점에서 한국과 미국의 공과대학은 차이가 없다.

대학의 구성원 중 가장 중요한 구성원이 교수라는 사실은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 교수는 대학행정, 연구비 수주, 사회에 대한 봉사, 그리고 대학의 사명 중 가장 중요한 학생들에 대한 교육을 직접 담당하는 구성원이다. 따라서 이들의 사기가 높고 그들의 사고가 유연하며 이들에 대한 지원체계가 곧 대학의 경쟁력이고 나라의 경쟁력이라 해도 과언이 아니다. 하지만, 현재의 한국공학교육인증원의 인증 체계는 역사가 일천한 이유인지 한국공학교육을 담당하는 이들을 옥죄는 일에도 맡아 해온 느낌을 떨치기 힘들다. 따라서 차제에 공학교육을 추진하는 근본적인 이유와 이를 추진하기 위한 논리적이고 체계적인 보완이 절실한 때이다.

끝으로 우리는 우리들이 나아가야 할 모델로 너무 쉽게 미국을 택하는 경향이 있지만 그들은 우리가 택할 수 있는 여러 모델 중 하나의 모델일 뿐이다. 한국식 공학교육 인증제도의 틀을 갖추는 일이 어디 하루아침에 이루어 지리라 많은 공학인증의 주축인 교수들의 공학인증관련 업무를 최소화하는 원칙 하에서 이루어진다면 좀 더 많은 한국의 공과대학교수들의 참여로 좀 더 나은 한국식 공학교육 인증제도가 더 빨리 정착될 것임을 믿어 의심치 않는다.

참고문헌

1. http://www.abet.org/forms.shtml#For_Engineering_Programs_Only
2. KCE 2000 기준 (<http://www.abeek.or.kr/>)
3. KEC 2005 기준 (<http://www.abeek.or.kr/>)
4. Criteria for accrediting engineering programs, ABET, 2007 <http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/E001%2007-08%20EAC%20Criteria%2011-15-06.pdf>
5. 2006년도 한국화학공학회 가을 총회 및 학술대회, 2007년 10월 27일, 화학공학교육 포럼 세션, 고려대학교
6. Roberts, C., Chemical Engineering Department, Auburn University, personal communication
7. http://student-services2.utoledo.edu/career//assets/pdf/earn_national.pdf
8. 한국경제 2008년 2월 25일자 신문. <http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2006083186581>
9. Varma, A., "Future directions in chemical engineering education: A new path to glory", **2003**, Stillwater, OK.
10. Cussler, E. L., Savage, D. W., Middleberg, A. P. J., Kind, M., "Refocusing chemical engineering", Chem. Eng. Prog., **2002**, 98(1), 26S.