

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ АЗОТНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
/ТИАП/

На правах рукописи

ШЕСТОПАЛОВ ЕВГЕНИЙ МИХАЙЛОВИЧ

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИТЧАТЫХ
ТАРЕЛОК, РАБОТАЮЩИХ В ПРОВАЛЬНО-ПЕРЕЛИВНОМ
РЕЖИМЕ

Специальность 05.17.08 - процессы и аппараты химической
технологии

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Москва - 1982 г.

Работа выполнена в Государственном центре Трудового Красного Знамени научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте азотной промышленности и продуктов органического синтеза, в Новополюском политехническом институте им. Ленинского комсомола Белоруссии.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор Дильман В.В.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Аксельрод Л.С.
кандидат технических наук Кашников А.М.

Ведущее предприятие: Всесоюзный научно-исследовательский институт органического синтеза.

Защита диссертации состоится 25 июня 1982 г. в 14 часов на заседании Специализированного совета ГИАП К 158.01.01. по адресу: Москва, ул. Чкалова, 50, актовый зал.

Автореферат разослан 20 мая 1982 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета, к.х.н. Труба В.И. Трубинова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одной из задач, стоящих в настоящее время перед исследователями, является разработка таких режимов работы колонного оборудования, которые позволили бы увеличить производительность аппаратов без увеличения их размеров. Это объясняется тем, что во многих случаях диаметры колонн стали равны предельным габаритам железнодорожного транспорта.

Решить поставленную задачу для ситчатых тарелок можно путем организации их работы с частичным провалом жидкости, равномерно распределенным по всей площади тарелки. Экспериментальные и теоретические работы, проведенные у нас в стране и за рубежом, показали, что наличие равномерно распределенного провала незначительно уменьшает эффективность тарелки, но при этом становится возможным получить следующие преимущества:

- разгрузить переливные устройства и тем самым дополнительно увеличить нагрузку по жидкости в колонне без увеличения ее размеров;
- расширить диапазон нагрузок по газу;
- снять ряд ограничений на размеры тарелки, связанные с требованиями обеспечения беспровального режима работы.

Расчет ситчатых тарелок, работающих в провально-переливном режиме, требует умения определять гидродинамические характеристики барботажного слоя, т.к. использование имеющихся в литературе данных не представляется возможным в связи с тем, что они получены в условиях отсутствия провала жидкости!

Цель работы. 1. Исследование основных гидродинамических характеристик провально-переливных режимов работы ситчатых тарелок в широком диапазоне изменения влияющих факторов.

2. Создание метода гидравлического расчета провально-переливных тарелок.

3. Разработка рекомендаций по увеличению удельных нагрузок в абсорберах моноэтаноламиновой очистки конвертированных газов от двуокиси углерода за счет осуществления провально-переливных режимов.

Научная новизна. Впервые изучены гидродинамические характеристики провально-переливных режимов работы ситчатых тарелок. Это исследование позволило уточнить влияние свободного сечения на перепад давления провальных тарелок и предложить уравнение для расчета высоты барботажного слоя, статического давления, газосо-

держания, количества проваливающейся жидкости и доли отверстий, занятых проваливающейся жидкостью.

Впервые разработана методика расчета гидродинамики абсорбера для моноэтаноламиновой очистки конвертированных газов от CO_2 , снабженных ситчатыми тарелками, работающими в провальном-переливном режиме.

Практическая ценность. Результаты исследования были использованы при расчете абсорбера МЭА-очистки в агрегатах производства аммиака большой мощности и позволили уменьшить диаметр колонны, что соответственно привело к уменьшению металлоемкости.

Полученные в диссертации данные можно использовать при расчетах гидродинамики низкослойных ректификационных тарелок, работающих с большими нагрузками по жидкости.

Экономическая эффективность работы. Прогнозируемый экономический эффект от внедрения ситчатых тарелок в абсорбере моноэтаноламиновой очистки газов агрегата АМ-76, работающих в провальном-переливном режиме, составляет 87100 рублей.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на Всесоюзном научном семинаре по разработке и освоению крупных агрегатов производства азотной кислоты /г. Харьков, 1977г./; Всесоюзном научно-техническом совещании "Пути совершенствования, интенсификации и повышения надежности аппаратов в основной химии" /Сумын, 1980г./; Научно-технических конференциях Новополоцкого политехнического института /1976, 1977, 1978, 1980 г.г./

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в четырех работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из пяти глав, выводов, библиографии, содержащей 112 наименований, и приложений. Объем работы 132 страницы, 46 рисунков, 7 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

I. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИЗКОСЛОЙНЫХ ТАРЕЛОК

I.1. Описание установки и методики проведения экспериментов

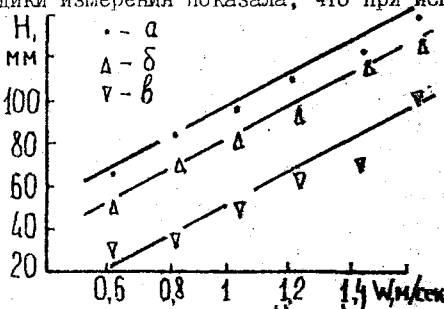
Эксперименты проводили на прозрачной колонне прямоугольного сечения 100 x 600 мм, между царгами которой были установлены три тарелки с отверстиями диаметром 5,2 мм. Изучение гидродинамических характеристик проводили при изменении свободного сечения тарелки F от 6,7 до 25,6%; нагрузки по жидкости L от 18 до

94 м³/час; высоты сливной планки h_{ca} от 0,04 до 0,16 м; вязкости жидкости M от 1 до 8 сп и скорости газа в колонне W от 0,6 до 1,6 м/сек.

Большое количество влияющих факторов требует выбора рациональной системы проведения эксперимента, позволяющей получить максимальное количество надежной информации при возможно меньшей затрате средств и времени. Анализ литературных источников показал, что в данном случае наиболее оправданным является метод планирования эксперимента с использованием некомпозиционных планов второго порядка. Их реализация и последующая статистическая обработка опытных данных приводит к модели процесса в виде многочлена второй степени. Адекватность описания экспериментальных данных при помощи полученных моделей проверяется по критерию Фишера $F_F = S_{ad}^2 / S_y^2$, где S_{ad}^2 дисперсия адекватности, а S_y^2 дисперсия воспроизводимости эксперимента, определяемая в центре плана. Полученные таким способом уравнения справедливы только в пределах изменения влияющих факторов, указанных выше или дополнительно оговоренных по тексту автореферата.

1.2. Высота барботажного слоя

При изучении высоты барботажного слоя H был использован способ фотографирования с многократным экспонированием на один кадр, которое выполнялось фотоаппаратом Смена. Обработка методики измерения показала, что при используемой выдержке, диафрагме и освещенности для точного определения H необходимо одиннадцатикратное экспонирование.



Такой способ фотографирования позволит значительно упростить обработку кадров и повысить точность измерения величины H .

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила рассчитать коэффициенты полинома и получить следующее уравнение:

Рис. 1. Зависимость H от W

при $L = 17,8$ м³/час; $h_{ca} = 0,04$ м:

$M = 8$ сп; F %: $a-6,79$; $b-14$;

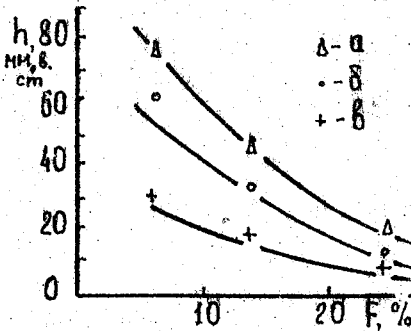
$n-25,6$.

$$H = -32 - 1,5F + 2168,5h_{\text{ссл}} - 18,63M + 182L + 76,2W - 27,1Fh_{\text{ссл}} - 0,175M^2 - 5633h_{\text{ссл}}^2 + 2,27M^2 \quad (4)$$

На рис. 1 приведены результаты однофакторного эксперимента, отражающие зависимость H от W при различных свободных сечениях, а также приведены результаты расчетов данной зависимости по формуле 1.* Снижение высоты барботажного слоя с ростом свободного сечения характерно для провальных тарелок; на ситчатых тарелках такой зависимости не наблюдается. По уравнению 1 можно рассчитывать зависимость величины H от остальных факторов.

1.3. Статическое давление

Изучение статического давления барботажного слоя (h) проводили при помощи десяти манометрических трубок, установленных по ходу жидкости. Измерительная схема позволяла каждую из трубок перед началом эксперимента, и при подозрении, что в трубку попал воздух, прокачивать жидкостью. Для ее подачи был установлен специальный поршень. Наружный диаметр трубок равнялся трем миллиметрам, что позволяло незначительно искажать аэродинамику колонны.



Как показали исследования, характер зависимости статического давления от скорости газа для провально-переливных режимов в большей степени соответствует аналогичной зависимости на провальной тарелке, например с увеличением скорости газа значения h возрастают.

Рис. 2 Зависимость h от F при $L = 55,6 \text{ м}^3/\text{м час}$; $W = 0,7$; $M = 2 \text{ сп}$; $h_{\text{ссл}}$: а-0,16; б-0,1; в-0,04.

Из графика приведенного на рис. 2, видно, что при работе в провально-переливном режиме, в связи с провалом жидкости, стати-

* Здесь и далее на рисунках точками обозначены результаты эксперимента, а линиями - результаты расчета по полученным формулам.

ческое давление с увеличением свободного сечения уменьшается.

Характер влияния остальных факторов на исследуемую величину можно выявить при помощи уравнения 2, обобщающего результаты, полученные в диссертации.

$$h = -7,44 - 0,84F + 425,7h_{ca} + 1,44\mu + 0,24L + 3,74W - 18,37Fh_{ca} - 0,024FL + 2,06h_{ca}L + 0,06F^2 + 0,0036L^2 \quad (2)$$

I.4. Газосодержание барботажного олоя

Зная уравнение, описывающее величину статического давления и высоту пены с величиной газосодержания $\Psi = 1 - h/H$, можно рассчитывать значения величины Ψ во всех точках плана эксперимента и соответственно получить уравнение для определения среднего газосодержания на тарелке.

$$\Psi \cdot 10^3 = 711 + 2,69F - 1323h_{ca} - 21,8\mu + 0,62L + 269,2W + 42,6h_{ca}F + 0,057FL - 0,29\mu L - 0,128F^2 + 2,39\mu^2 - 0,014L^2 - 82W^2$$

Используя это уравнение можно проанализировать влияние изменяющихся факторов на величину газосодержания. В частности оказывается, что увеличение вязкости жидкости приводит к уменьшению газосодержания. В литературе указывается, что такая зависимость характерна для ситчатых тарелок, работающих в переливном режиме.

I.5. Величина провала жидкости

Для изучения количества проваливающейся жидкости L_y нижняя тарелка заменялась на колпачковую, которая предназначалась для сбора проваливающейся жидкости. Собранная жидкость отводилась в мерную емкость, которая была изготовлена высокой и узкой, что позволяло увеличить точность измерения объема проваливающейся жидкости. При проведении этого эксперимента изменяли четыре фактора.

В результате исследований было получено уравнение для расчета количества проваливающейся жидкости:

$$L_y = -78 + 3,8F + 341,7h_{ca} + 0,4L + 51W + 5,2Fh_{ca} + 0,033FL - 1,1FW - 106,8h_{ca}W - 0,24LW - 0,085F^2 - 1003,6h_{ca}^2 - 0,002L^2 - 12W^2$$

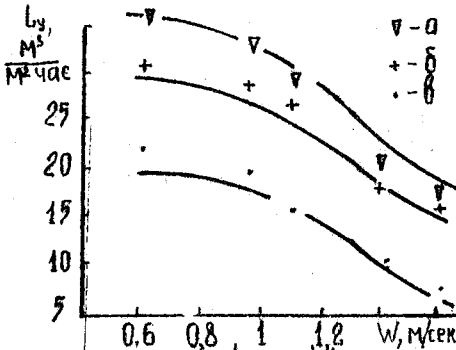


Рис. 3. Зависимость L_v от W при $L = 36,6 \text{ м/час}$; $F = 17,7\%$; $h_{\text{сл}} \text{ м}$:
 $a=0,12$; $b=0,08$; $v=0,04$.

Из рисунка 3, на котором представлены результаты однофакторного эксперимента, и из полученного уравнения видно, что в исследуемых пределах изменения влияющих факторов величина L_v уменьшается с увеличением скорости газа и возрастает с увеличением высоты сливной планки, нагрузки по жидкости и свободного сечения.

1.6. Доля отверстий, занятых проваливающейся жидкостью

Экспериментальное определение зависимости доли отверстий, занятых проваливающейся жидкостью (τ), проводили на средней тарелке, собранной из десяти секций, склеенных между собой непрозрачным клеем. Величину τ измеряли методом светопропускания, заключающимся в том, что свет, распределенный вдоль одного из длинных торцов тарелки, воспринимался на выходе десятью парами фоторезисторов, каждая из которых, с лучи подключена к регистрирующему прибору, позволяла после тарировки определять величину τ на одной из секций тарелки.

Эксперименты проводились в два этапа. На первом использовали систему вода-воздух. При этом уровни врыирования изменяемых факторов остались прежними. На втором этапе при изучении влияния вязкости жидкости, из-за аэрации жидкости мелкими пузырьками воздуха пришлось уменьшить максимальные значения изменяемых факторов.

Обработка экспериментальных данных для системы вода-воздух позволило получить уравнение:

$$\tau \cdot 10^2 = 9,6 + 0,53F + 149h_{\text{сл}} + 0,29L - 35,45W + 5,9Fh_{\text{сл}} + 0,011FL - 0,76FW + 1,4h_{\text{сл}}L - 177h_{\text{сл}}W - 0,34LW + 27,9W^2 \quad (3)$$

Проведенные исследования показали, что наиболее сильное влия-

ние на величину τ оказывает скорость газа /рис.4./ Это же подтверждается и расчетами по уравнению 3.

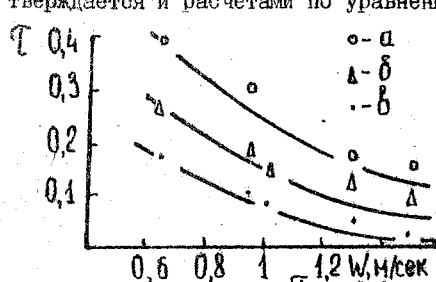


Рис. 4. Зависимость τ от W

при $h_{сн}=0,12$ м; $L = 36,5$ м²/мчас;
F %: а-6,79; б-14; в-25,6.

При изучении величины τ для вязких жидкостей изменения влияющих факторов находились в следующих пределах: F от 6,7 до 17%; $h_{сн}$ от 0,04 до 0,16 м; L от 18 до 56 м²/мчас; W от 0,6 до 1,6 м/сек; μ от 2 до 6 сП. В результате проведенных экспериментов было получено уравнение для расчета доли отверстий, занятых проваливающейся жидкостью.

$$\tau \cdot 10^2 = -16,3 + 1,93F + 209,3h_{сн} + 0,8L - 35,4W + 5,4\mu + 6,75Fh_{сн} - 1,2FW - 166,7h_{сн}W - 0,45LW - 2,8W\mu + 31,2W^2 \quad (4)$$

Расчеты по уравнению 4, а также данные однофакторных экспериментов, приведенных в диссертации, показывают, что с увеличением вязкости жидкости величина τ возрастает.

Обработке значений τ по отдельным сечениям приводит к выводу, что распределение провала жидкости по длине тарелки становится более равномерным с увеличением скорости газа и высоты сливной планки.

Эксперименты с низкослойными тарелками показали, что наиболее целесообразное соотношение высоты планки и свободного сечения лежит в следующих пределах: высота сливной планки - 0,08 - 0,16 м и свободное сечение 14 - 16 %. В таких случаях провально-переливные режимы работы с практически равномерным провалом осуществляются в наиболее широком диапазоне изменения нагрузок по жидкости и газу.

1.7. Доля отверстий, занятых проваливающейся жидкостью на тарелках, работающих в провально-переливном режиме

Изучение величины τ для чисто провальных режимов работы ситчатых тарелок интересно с точки зрения уточнения методов расчета перепада давления, т.к. в известные из литературы формулы входит величина τ , полученная на основе теоретических предположений и недостаточно проверенная экспериментально.

Для проведения исследований была изготовлена установка, представляющая собой просвечивающую колонну с диаметром 150 x 90 мм, закрытую провальными тарелками толщиной 4 мм и отверстиями диаметром 5,4 мм.

Опыты проводились на системе вода-воздух. Долю отверстий, занятых проваливающейся жидкостью, как и в предыдущем случае, измеряли методом светопропускания. При этом свет, прошедший сквозь тарелку, воспринимался на выходе фотоэлементом, а вырабатываемый им ток определяли при помощи зеркального гальванометра. Тарировку измерительной схемы проводили путем заливания воды в определенное количество отверстий. Для исключения влияния внешних потоков света фотоэлемент помещался в светонепроницаемый ящик, в который через узкую щель входил торец тарелки. Окна лаборатории затемняли и эксперименты вели при искусственном освещении. В ходе эксперимента варьировали следующие факторы: W от 0,9 до 2м/с; L от $1,6 \cdot 10$ до $9,4 \cdot 10$ м/мсек и F от 17 до 29 %.

Полученные данные обобщены в виде степенной зависимости

$$\tau = 18,4 F^{0,41} \left(\frac{L}{W} \right)^{2/3}$$

Сравнение экспериментальных данных с расчетами по литературным источникам показывает, что последние недостаточно точно описывают влияние свободного сечения тарелки. Поскольку величина τ входит в выражения для расчета перепада давления (ΔP), то использование значений τ , рассчитанных по известным методикам, приводит к ошибкам в определении величины ΔP .

1.8. Расчет гидравлического сопротивления провальных тарелок, уточняющий влияние свободного сечения отверстий

При разработке методики предполагали, что на тарелке существует зона провала жидкости и зона прохода газа. При этом статическое давление жидкости меняется в зонах по линейным законам / рис. 5./ . Общее сопротивление тарелки представлено в виде:

$$\Delta P = \Delta P_{ж} + \Delta P_{\sigma} + \Delta P_{г}$$

где ΔP - суммарный перепад давления; $\Delta P_{ж}$ - потери давления на преодоление слоя жидкости; ΔP_{σ} - потери давления на преодоление поверхностного натяжения; $\Delta P_{г}$ - потери давления на преодоление газом отверстий тарелки.

Выражая каждое из слагаемых через конкретные характеристики /нагрузка по жидкости и газу, их физические свойства и т.д./ и

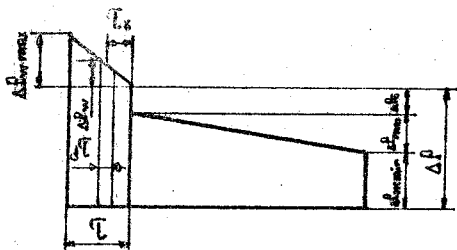


Рис. 5. Схема распределения статического давления на тарелке.

принимая, как было ранее предложено в литературе гипотезу о минимуме затрат энергии газа на преодоление тарелки и барботажного слоя, получили уравнения для расчета перепада давления

$$\Delta P = \frac{g}{8} \frac{W_0^2 \zeta \rho_r}{(1-\tau)^3} + \frac{4\sigma}{d_{эк}}$$

где W_0 - скорость газа в отверстиях тарелки, м/сек; ζ - коэффициент сопротивления сухой тарелки; ρ_r - плотность газа, кг/м³; σ - коэффициент поверхностного натяжения, Н/м; $d_{эк}$ - эквивалентный диаметр, м; τ - доля отверстий, занятых проваливающейся жидкостью.

Это уравнение отличается от известных соотношений тем, что в нем отсутствует недостаточно изученный коэффициент β , учитывающий неравномерность распределения статических давлений по площади тарелки, а величина τ определяется по уравнению 5, которое позволяет более точно учитывать влияние свободного сечения тарелки. Корректность данного уравнения проверяли путем сравнения результатов расчета с большим количеством экспериментальных данных, приведенных в литературе. Хорошая сходимость результатов наблюдается при изменении основных параметров в следующих пределах: диаметр тарелки от 192 до 1340 мм /данные для тарелок большего диаметра в литературе отсутствуют/; нагрузки по жидкости от 5 до 30 м³/м²час; свободного сечения тарелки от 16 до 31%; скорости газа от 0,75 до 2 м/сек.

2. ПРОВАЛИВНО-ПЕРЕЛИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЫСОКОСЛОЙНЫХ СИТЧАТЫХ ТАРЕЛОК

2.1. Экспериментальная установка и методика проведения исследований

Исследования, проведенные ранее на лабораторной установке малых размеров, выявили основные закономерности работы ситчатых тарелок в проваливно-переливном режиме. Это позволило при изуче-

нии на крупномасштабном объекте быстрого перемещения тарелок, применяемых для абсорции CO_2 раствором. Это позволило более рационально выбрать изменяемые факторы и пределы их варьирования, что резко сократило затраты на проведение исследований.

Эксперименты проводили в колонне диаметром три метра с двумя тарелками, имеющими свободное сечение 5% и отверстия диаметром 5 мм. Установка работала на системе вода-воздух. При проведении измерений варьировались следующие факторы: L от 25 до 96 м³/час; $h_{г.к.}$ от 0,2 до 0,6 м; W от 0,5 до 1,2 м/сек. Исследование гидродинамических характеристик проводили методом планирования эксперимента.

2.2. Количество проваливающейся жидкости

Применять способ измерения количества проваливающейся жидкости (L_p) использованный нами ранее на лабораторной установке, в данном случае невозможно из-за больших объемов проваливающейся жидкости. Поэтому для определения L_p на планках гидрозатвора были установлены по четыре манометрических трубки, объединенных общим коллектором. Тарировка измерительной схемы проводилась при скоростях газа, обеспечивающих отсутствие провала, и заключалась в выявлении соответствия показаний манометрических трубок и расхода жидкости через переливное устройство. В ходе экспериментов по тарировочным графикам определяли расход жидкости через переливное устройство и соответственно рассчитывался провал жидкости через тарелку.

Результатом проведенных исследований явилось уравнение для расчета количества проваливающейся жидкости.

$$L_p = 44,6 + 20h_{г.к.} - 85,6W + 0,52L - 0,64WL + 38,9W^2 + 0,0026L^2$$

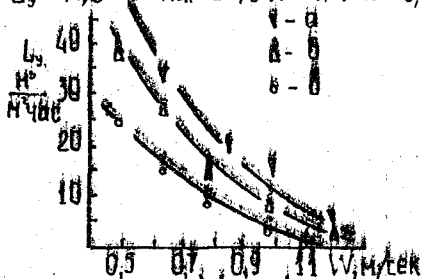


Рис. 6. Влияние W на L_p при $h_{г.к.} = 0,4$ м; L м³/час: а - 76,4; б - 60; в - 23,4.

Расчеты, проведенные по данному уравнению, показывают, что исследуемая величина уменьшается с ростом скорости газа и увеличивается с увеличением нагрузки по жидкости и высоте сливной планки.

Из рисунка 6 видно, что экспериментальные данные и расчеты по полученному уравнению хорошо согласуются.

2.3. Высота барботажного слоя

Отсчет высоты барботажного слоя (H) на тарелке проводился визуально по мерным планкам, установленным на тарелке у смотровых окон.

Как и в предыдущем случае, уравнение для расчета исследуемой величины было решено представлять в виде многочлена второй степени. Однако статистический анализ показал, что квадратичные члены оказались незначимыми и уравнение приняло следующий вид:

$$H = 12,6 - 190h_{\text{сж}} + 286,7W + 2,6L + 680h_{\text{сж}}W - 6h_{\text{сж}}L - 2,7WL.$$

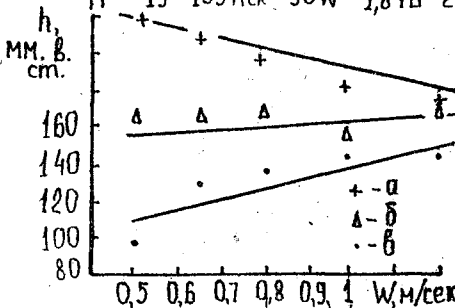
Полученное уравнение показывает, что величина H возрастает с увеличением скорости газа, высоты сливной планки и нагрузки по жидкости. В диссертации дано сравнение результатов однофакторного эксперимента, проведенного дополнительно к плану, и соответствующих расчетов по полученному уравнению из которого видно, что сопоставляемые данные хорошо согласуются.

2.4. Статическое давление

Для замеров величины статического давления h использовали пятнадцать манометрических трубок, расположенных на взаимно перпендикулярных диаметрах. На высоте 2-3 миллиметра над концами заделанных в тарелку трубок устанавливались диоки, надежно предотвращающие попадание пузырьков в измерительную схему.

Результаты экспериментов обработаны в виде следующего уравнения

$$h = -19 + 159h_{\text{сж}} + 95W + 1,84L + 2,5h_{\text{сж}}L - 1,9WL.$$



Из рисунка 7, на котором приведены результаты однофакторного эксперимента, видно, что изменение статического давления в зависимости от условий на исследуемой тарелке может иметь вид присущий как чисто провальным тарелкам /линии "в" и "б"/, так и чисто переливным /линия "а"/.

Рис. 7. Зависимость h от W при $h_{\text{сж}} = 0,4$ м; L м/час: а-76,3; б-44; в-23,5.

2.5. Газосодержание барботажного слоя

Значения газосодержания (ψ) во всех точках плана эксперимента можно рассчитать, используя следующую зависимость

$$\psi = 1 - \frac{h}{H}$$

После статистической обработки рассчитанных величин получили следующее уравнение:

$$\psi \cdot 10^3 = 480 - 110h_{ca} + 493,9W - 3,3L + 180h_{ca}W + 0,3h_{ca}L + \\ + 1,3W^2 - 230h_{ca}^2 - 208,6W^2 + 0,013L^2$$

Анализ уравнения показывает, что газосодержание на высокослойных тарелках увеличивается с увеличением скорости газа, а также с уменьшением нагрузки по жидкости и высоты сливной планки.

3. КИНЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТАРЕЛЬЧАТОГО АБСОРБЕРА ОЧИСТКИ ГАЗА РАСТВОРАМИ МОНОЭТАНОЛАМИНА

Наличие уравнений, позволяющих рассчитывать гидродинамические характеристики высокослойных ситчатых тарелок, позволило провести кинетический расчет абсорбера моноэтаноламиновой очистки газа агрегатов АМ-70 и АМ-76 в предположении, что они снабжены ситчатыми тарелками, работающими в провально-переливном режиме.

Учет провала жидкости проводился за счет введения в программу расчета данного процесса, составленную в ИИАНе, новых, экспериментально полученных уравнений для определения величины газосодержания и статического давления.

Оцен а удельной поверхности контакта фаз в сепарационном пространстве и в переливных устройствах, а также анализ других факторов позволили считать, что проваливающаяся жидкость, попадая на нижележащую тарелку, имеет тот же состав, что и жидкость, проходящая через переливные устройства. Подобное предположение позволяет оставить без изменения алгоритм расчета процесса хемосорбции, происходящий на ситчатых тарелках.

Результаты расчетов абсорберов моноэтаноламиновой очистки для агрегатов АМ-70 и АМ-76, проведенных на машине ЕС - 1035, показали, что, применение провально-переливных режимов позволяет при сопоставимом числе тарелок в прототипе и в расчетном варианте существенно уменьшить диаметр колонн. В частности для абсорбера из агрегата АМ-76 сверху колонны с 3,8 до 3,4 м, а внизу -

с 4 до 3,8 м, что в конечном итоге приводит к снижению металлоемкости аппарата и соответственно к прогнозируемому экономическому эффекту в 87100 рублей.

ВЫВОДЫ

1. Исследование ситчатых тарелок, работающих в провально-переливном режиме, показало, что для всех изучаемых свободных сечений возможно получить равномерно распределенный по площади тарелки провал жидкости, а при определенных соотношениях свободного сечения и высоты сливной планки можно работать последовательно в режиме полного провала, провально-переливном и чисто переливном режиме.

2. Наиболее широкие возможности использования провально-переливных режимов на низкослойных тарелках появляются при свободном сечении $I_4 - 16\%$ и высоте сливной планки $0,08 - 0,16$ м. Данные соотношения позволяют осуществлять равномерное распределение провала жидкости в наиболее широком диапазоне изменения нагрузок.

3. Экспериментальные исследования доли отверстий провальной тарелки, занятых стекающей жидкостью, показали, что имеющиеся в литературе уравнения для ее расчета недостаточно точно учитывают влияние свободного сечения тарелки.

4. Проверка предложенного метода расчета перепада давления на провальной тарелке показала, что полученная зависимость справедлива в широком диапазоне изменения влияющих факторов.

5. Изучение ситчатых высокослойных тарелок показало, что они могут работать в провально-переливном режиме с равномерно распределенным провалом жидкости в широком диапазоне нагрузок.

6. Полученные эмпирические уравнения, позволяющие рассчитывать основные гидродинамические характеристики изучаемых режимов, адекватно описывают экспериментальные данные.

7. Кинетический расчет абсорберов моноэтаноламиновой очистки подтвердил возможность применения провально-переливных режимов высокослойных ситчатых тарелок для проведения данных процессов. При этом удается существенно уменьшить диаметр колонн.

Основные положения диссертации опубликованы:

1. Шестопапов Е.М., Дильман В.В., Маяк В.И. О доле отверстий провальной тарелки, занятых стекающей жидкостью. — ТОХТ, 1977,

т. II, № 2, с. 236 - 239.

2. Маяк В.И., Дильман В.В., Шестопапов Е.М. Расчет гидравлического сопротивления провальных тарелок. - ТОХТ, 1979, т.13, № 4, с. 614 - 616.

3. Шестопапов Е.М., Дильман В.В. Исследование провально-переливных режимов ситчатых тарелок. - Деп. в ОНИИТЭхим, Черкассы, 3 окт. 1980 г. № 863хп - Д80.

4. Шестопапов Е.М., Дильман В.В. Экспериментальное исследование провально-переливных тарелок. - Тез. докладов Всесоюзного научно-технического совещания "Пути совершенствования, интенсификации и повышения надежности аппаратов основной химии", Часть II. Сумы, 1980 г. с. 36.

Соискатель



Е.М. Шестопапов

Шестопалов Евгений Михайлович

Гидродинамические характеристики ситчатых тарелок, работающих
в провально-переливном режиме

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Подписано в печать 14.4.82. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,82. Тираж 100 экз. Заказ № 55
Бесплатно. Отпечатано на ротапринтере НИИ, 211440, г. Новополоцк,
Блохина, 29.