

*Схаляхов А.А., МГТУ,
Кошевой Е.П., Косачев В.С., Гукасян А.В., Верещагин А.Г., КубГТУ*

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ СМЕСЕЙ РАСТВОРИТЕЛЯ С НЕКОНДЕНСИРУЮЩИМСЯ ГАЗОМ

Экстракционная технология получения растительных масел основана на применении летучих растворителей, рекуперация которых обеспечивает сокращение затрат растворителя, защиту окружающей среды и пожарную безопасность производства.

Система рекуперации растворителя предусматривает извлечение их из смесей с неконденсирующимися газами [1]. В случае применения отгонки растворителя (ацетона) с подачей инертного газа – азота в экстракционной технологии получения БАД «Витол» [2] проблема

рекуперации растворителя из смеси усложняется. Применение процесса конденсации по сравнению с процессом абсорбции позволяет при разделении получать более чистый растворитель для последующего его возвращения на стадию экстракции, где необходимо обеспечить высокие требования к качеству получаемого продукта.

Процесс конденсации представляет эффективный метод и с точки зрения затрат энергии. Однако при конденсации смеси паров ацетона и азота возможно образование тумана. Аэрозольное состояние конденсируемой фазы растворителя затрудняет их движение к поверхности конденсации и чтобы избежать значительных потерь растворителя с отводимой из конденсатора газовой фазой, этот туман должен быть отделен. В этом случае требуется дополнительное оборудование с соответствующими затратами. Другим направлением в совершенствовании конденсации такой смеси должно стать предотвращение образования тумана. Такое направление даст определенные экономические преимущества - меньше оборудования и затрат энергии потребуются. Чтобы решить задачу таким путем необходимо разобраться в особенностях процессов, ведущих к формированию тумана. Работы [3, 4, 5, 6] описывают более подробно формирование тумана в процессах конденсации в присутствии неконденсирующихся газов. На основе этих работ могут быть рассмотрены причины формирования тумана и разработано техническое решение для конденсации смеси паров ацетона с газом азотом.

В нашем случае попытки направлены на преодоление формирования тумана при конденсации парогазовых смесей из паров ацетона и газа азота. То, что туман может быть образован в большой части объема парогазовой смеси, главным образом зависит от двух факторов: степени супернасыщенности, вызванной соотношением перехода тепла и массы и типа образования центров конденсации.

Образование центров конденсации происходит, когда критическая супернасыщенность S_{crit} превышена, при которой частички - капельки могут формироваться и начать расти. Степень насыщенности $S = p_v/p_{ve}$ - это отношение эффективного давления пара p_v и давления пара в состоянии насыщенности p_{ve} . Для технических применений, вовлекающих конденсацию, критическая супернасыщенность S_{crit} определена [6].

Есть два различных механизма образования ядра. Гетерогенное образование центров конденсации зависит от присутствия инородных частиц, тогда как гомогенное образование центров конденсации происходит непосредственно в газовой фазе. Критическая супернасыщенность для гомогенного образования центров конденсации приблизительно $S_{crit} > 2-10$ (в зависимости от свойств системы [5, 7]). Конденсация смесей газ - пар с формированием тумана в процессах и аппаратах химической и пищевой промышленности до настоящего времени редко подвергалась исследованию экспериментально. В работе [7] показано, что критическая супернасыщенность для гетерогенного образования центров конденсации достаточно $S_{crit} = 1.02$.

В рассматриваемом случае можно также взять это значение ($S_{crit} = 1.02$), так как при интенсивном процессе дистилляции возможно иметь в парогазовой смеси инородные частицы, чтобы причинить гетерогенное образование ядра. Таким образом, принимается механизм формирования тумана с гетерогенным образованием центров конденсации и, следовательно, чтобы предотвратить формирование тумана надо предотвратить супернасыщенность в большей части парогазовой смеси.

В качестве конденсаторов обычно применяются кожухотрубчатые аппараты [1]. В случае применения таких конденсаторов для разделения растворителей и неконденсирующихся газов возможно образование аэрозолей, состоящих из мелких частиц растворителя, образующиеся при переохлаждении парогазовой смеси. Этот недостаток ведет к потере растворителя за счет его выброса в окружающую среду с неконденсирующимся газом. Конструкция конденсатора должна устранять вышеуказанные недостатки, обеспечивать предотвращение образования аэрозолей в процессе конденсации парогазовой смеси. Совершенствование конструкции конденсатора возможно на основе применения полимерных непористых полуволоконных пучков трубок. В этом случае обеспечивается большая удельная поверхность теплообмена, а сами пучки трубок позволяют интенсифицировать процесс коалесценции конденсирующихся капель аэрозоля.

Разработанный конденсатор (рис. 1) [8] состоит из цилиндрического корпуса 1, с фланцами, для подвода исходной смеси 2, отвода газовой фазы 3, отвода конденсата паровой фазы 4, закрытого с обеих сторон крышками 5 и 6, снабженными фланцами для подвода исходной смеси 7 и 8. Внутри цилиндрического корпуса расположен стержень 9, имеющий резьбу с обеих сторон для фиксации гайками 10 и 11 трубного пучка 12. Трубный пучок вставлен между про-

кладок в сквозных отверстиях распределительных камер 13 и 14, количество которых равняется количеству труб в пучке. Распределительные камеры имеют фланцы подвода и отвода хладагента 15 и 16 в полипропиленовый непористый половолоконный мембранный пучок 17, обмотанный по поверхности каждой трубы и закрепленный в распределительные камеры. На стержень поочередно насажены поперечные перегородки 18, 19, 20 отделенные втулками фиксаторами 21, 22, 23, 24 на равные промежутки.

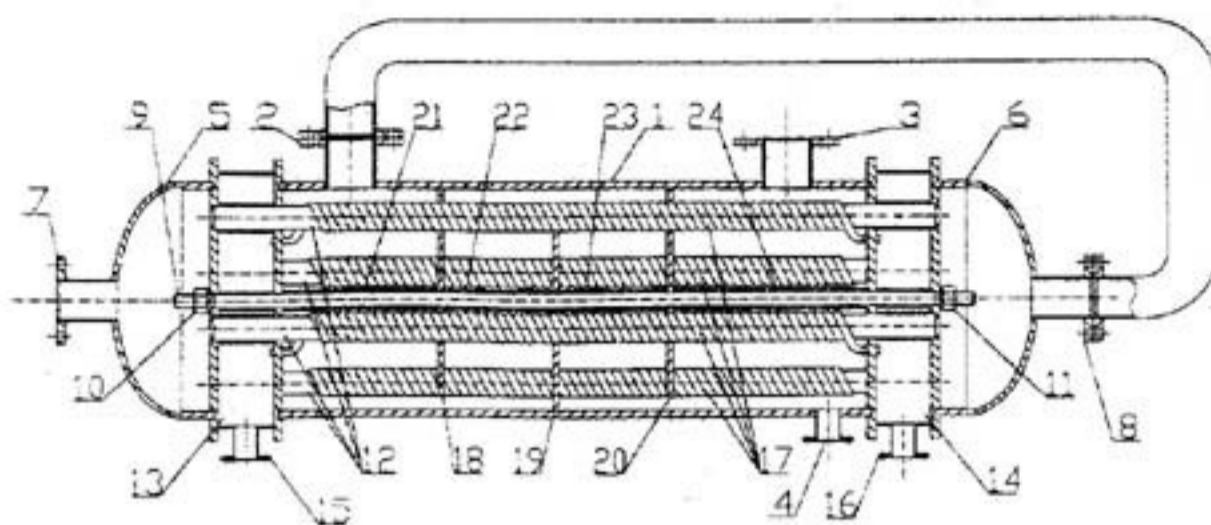


Рисунок 1

Работает заявляемый конденсатор следующим образом: Исходная парогазовая смесь, проходя через фланец подвода исходной смеси 7, подается в трубный пучок 12, в котором предохладится до линии насыщения, отдавая тепло хладагенту, проходящему в полипропиленовом половолоконном мембранном пучке 17. Предохлажденная парогазовая смесь, проходя через фланец подвода парогазовой смеси 2, подается в межтрубное пространство цилиндрического корпуса 1, где происходит конденсация паровой фазы растворителя на полипропиленовом непористом половолоконном мембранном пучке 17. Конденсат паров растворителя выводится из цилиндрического корпуса 1 через фланец отвода конденсата паровой фазы 4. Освобожденная от паровой фазы растворителя газовая фаза выводится из цилиндрического корпуса 1 через фланец отвода газовой фазы 3. Для увеличения эффективности процесса предусмотрен зигзагообразный проход смеси в межтрубном пространстве цилиндрического корпуса 1, обеспечиваемый поперечными перегородками 18, 19, 20.

Вывод

Предлагаемая конструкция конденсатора, с использованием полимерных непористых половолоконных пучков трубок позволит обеспечить разделение растворителя в аэрозольном состоянии в среде инертного газа азота. Данный конденсатор может быть использован в технологической схеме экстракционной технологии получения БАД «Витол».

Литература:

1. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. Санкт-Петербург, ГИОРД, 2001 -365 с.
2. А.Г. Верещагин, Е.П. Кошевой, Е.П. Корнена, Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко. Аппаратурное оформление получения фосфатидного концентрата в технологии производства БАД «Витол» // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сборник статей и докладов девятой научно-практической конференции с международным участием (14-15 декабря 2006 года) / под ред. Устиновой Л.В. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова – Барнаул; 2006 г. – 328 с.
3. Kaufmann S., Loretz Y., Hilfiker K. Prevention of fog in a condenser by simultaneous heating and cooling. Heat and Mass Transfer 32 403–410, 1997.
4. Colburn, A.P., Edison, A.G. Prevention of fog in cooler-condensers. Ind. Eng. Chem. 33 (4) (1941) 457-58.
5. Schaber, K. Aerosolbildung bei der Absorption und Partial-kondensation. Chem. Ing. Tech. 62 (10) (1990) 793-804.
6. Schaber, K. Aerosolbildung durch spontane Phasenubergänge bei Absorptions-und Kondensationsprozessen. Chem. Ing. Tech. 67 (11) (1995) 1443-1452.
7. Hinds, W.C. Aerosol Technology, Wiley, 1982.
8. Конденсатор/ Решение о выдаче патента РФ на полезную модель по заявке №2006142026/22(045891) от 27.11.2006/ Кошевой Е.П., Косачев В.С., Верещагин А.Г., Гукасян А.В., Схалыхов А.А.