

УДК 542.943:661.743.73

## УЛАВЛИВАНИЕ МАЛЕИНОВГО АНГИДРИДА ИЗ РЕАКЦИОННЫХ ГАЗОВ ОКИСЛЕНИЯ н-БУТАНА

Липчак О.А., студент гр. ХОм-221, II курс

Руководитель: Боркина Г.Г., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Малеиновый ангидрид играет существенную роль в химической промышленности как ключевой компонент для производства ненасыщенных полиэфирных смол. Ненасыщенные полиэфирные смолы применяются в следующих областях строительстве, агрохимии, авиастроения, судостроения, производство теле- и радиоаппаратуры [1].

Один из методов производства малинового ангидрида - окисление н-бутана на ванадий-фосфорном катализаторе (V-P-O) с добавками Ti, Co, Nb, Mo и другими. Процесс превращения н-бутана в малиновый ангидрид включает последовательные этапы окислительного дегидрирования и вставки кислорода [2,3]. Газовая смесь – н-бутан-воздух, подаваемая на окисление, содержит не более 4 % углеводорода, если окисление ведут в реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора. Для реактора со стационарным слоем катализатора это значение еще меньше и составляет около 2 % углеводорода. Такая организация процесса обусловлена пожаро- и взрывобезопасностью производства [4]. Таким образом, содержание малеинового ангидрида в реакционных газах невелико, поэтому важное значение приобретает его полное и селективное улавливание и выделение товарного продукта.

Улавливание малеинового ангидрида из продуктов окисления проводят абсорбцией подходящим растворителем. Для этой цели подбирают либо растворитель, кипящий ниже температуры кипения самого ангидрида, либо растворитель с температурой кипения выше, чем температура кипения малеинового ангидрида (202 ° С). От выбора растворителя зависит аппаратурное оформление стадии улавливания и выделения, а именно количество и тип единиц оборудования [4].

В первом случае после улавливания, сначала отгоняют растворитель, а затем отгоняют продукт от примесей. Нужно отметить, что для первого случая в качестве растворителя используются самый доступный растворитель – вода. При улавливании ангидрида водой он трансформируется в малеиновую кислоту и после отгонки воды требуется дополнительный этап дегидратации кислоты до ангидрида. Таким образом, при использовании воды для избирательного улавливания малеинового ангидрида требуется

проводить процесс ректификации и дегидратации, чтобы получить малеиновый ангидрид из малеиновой кислоты [5].

Во втором случае после улавливания, сразу отгоняют малеиновый ангидрид, а растворитель регенерируют и возвращают в процесс. В случае использования высококипящего растворителя малеиновый ангидрид улавливается и подвергается ректификации, при этом этап дегидратации не требуется, так как не образуется малеиновая кислота. Этот процесс позволяет извлечь весь образовавшийся малеиновый ангидрид из потока, выходящего из реактора, за один проход через стадию абсорбции [5].

Первый вариант, с использованием воды, требует более сложного аппаратурного оформления, в то время как второй вариант с органическим растворителем, используют диалкиловый эфир циклоалифатической кислоты, например, дибутиловый эфир циклогексан-1,2-дикарбоновой кислоты, упрощает процесс улавливания и обладает более простым аппаратурным оформлением [4]. Растворимость малеинового ангидрида в воде около 7,4 г/100 мл воды при 20°C, в органическом растворителе 11,1/100 г [6].

Несмотря на специфичность органического растворителя – дибутилового эфира циклогексан-1,2-дикарбоновой кислоты, его синтезируют по реакции Дильса-Альдера из 1,3-бутадиена в среде 1,4-диоксана, а в качестве диенофилов используют малеиновый ангидрид, *цис*-бутендиовую кислоту (малеиновую кислоту) и ее дибутиловый эфир, *транс*-бутендиовую кислоту (фумаровую кислоту) и ее дибутиловый эфир [7]. Таким образом, есть предпосылки для организации синтеза органического растворителя на производстве малеинового ангидрида. Кроме того, органический растворитель производят компании THE BioTek, eNovation Chemicals, BOC Sciences и др [8].

## Список литературы:

1. Инженеринговый Химико-Технологический Центр. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА. Малеиновый ангидрид.-09.04.2019 г.-URL: [https://ect-center.com/blog/maleic-anhydride\\_1](https://ect-center.com/blog/maleic-anhydride_1). (дата обращения: 16.03.2024г.) – Текст: электронный.
2. Cavani, F. The characterization of the surface properties of V-P-O-based catalysts by probe molecules./ F.Cavani, F.Trifirò. - Evanston, Illinois, United States of America : б.н., 1994. – 312 р.- ISSN: 0926-860X. –Текст: непосредственный.
3. Патент №3985775 USA. VANADIUM-PHOSPHORUS OXIDATION OF N-BUTANE TO MALEIC ANHYDRIDE: опубл. 12.10.1976 г./ Jonas P. Harrison, Pinole, Calif.: - 9с. - Текст: непосредственный.
4. Studme.org. Технология переработки углеводородных газов: Промышленные технологии производства малеинового ангидрида из бутана.- URL:[https://studme.org/397046/tehnika/promyshlennye\\_tehnologii\\_proizvodstva\\_maleinovogo\\_angidrida\\_butana](https://studme.org/397046/tehnika/promyshlennye_tehnologii_proizvodstva_maleinovogo_angidrida_butana) (дата обращения: 16.03.2024г.) – Текст: электронный.
5. Stud24. Малеиновый ангидрид. - URL: <https://www.stud24.ru/chemistry/maleinovyj-angidrid/484684-1881733-page2.html> (дата обращения: 28.02.2024г.) – Текст: электронный.
6. Qibo. Растворимость малеинового ангидрида.- URL: <https://ru.xiangyuch.com/info/solubility-of-maleic-anhydride-81294186.html> (дата обращения: 28.02.2024г.) – Текст: электронный.
7. CHEMSUSCHEM. Production of Plant Phthalate and its Hydrogenated Derivative from Bio-Based Platform Chemicals. – 2018г.- URL: [https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fcsc.201800646&file=cssc201800646-sup-0001-misc\\_information.pdf](https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fcsc.201800646&file=cssc201800646-sup-0001-misc_information.pdf) (дата обращения: 28.02.2024г.) – Текст: электронный.
8. PUBCHEM. Dibutyl cyclohexane-1,2-dicarboxylate. – URL: [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dibutyl-cyclohexane-1\\_2-dicarboxylate](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dibutyl-cyclohexane-1_2-dicarboxylate) (дата обращения: 28.02.2024г.) – Текст: электронный.