

Оборудование установки	Производительность БРУ, дал/сут		
	1500–2000	3000	6000
Сивушная колонна, $D$ , м	0,6	0,7	0,9
Дефлегматор, $F$ , м <sup>2</sup>	10	16	31,5
Декантатор, $V$ , м <sup>3</sup>	0,02	0,03	0,06
Спирголовушка, $F$ , м <sup>2</sup>	5	5	10
Холодильник сивушного масла, $F$ , м <sup>2</sup>	1,5	3,15	3,15

шим паром, давление которого 0,5–1,2 Мпа, вводится в куб сивушной колонны. На верхнюю тарелку сивушной колонны подается горячая, 95...100 °С, лютерная вода. Подача греющего пара регулируется по давлению в кубе сивушной колонны. Лютерная вода подается с таким расчетом, чтобы концентрация спирта в кубовом остатке сивушной колонны составляла 1,5–3 % об.

Пар из верха колонны поступает в дефлегматор, снабженный спирголовушкой. Конденсат пара при температуре 25...30 °С поступает в декантатор, где расслаивается; оттуда нижний спиртоводный слой поступает на орошение сивушной колонны, а верхний, обогащенный компонентами сивушного масла, в экстрактор, где промывается лютерной водой температурой 25...40 °С. Расход воды на экстрагирование регулируется так, чтобы видимая концентрация спирта в подсивушной воде была в пределах 1,5–5,0 % об.

При работе сивушной колонны температура в кубовой части поддерживается в пределах 98...99 и над верхней тарелкой 94...96 °С. Кубовый остаток из сивушной колонны направляется в бражку.

По данным авторов, в сравнении с типовой сивушной колонной уменьшаются металлоемкость колонны и расход пара.

### Колонны для выделения спирта из головной фракции

Головная фракция (ГФ) представляет собой смесь этилового спирта (94–98 %) с его головными примесями (эфирные простые и сложные, альдегиды, диацетил, метанол, азотистые и серосодержащие соединения) в количестве 2–6 %, считая по безводной части.

В головной фракции мелассных спиртов содержится до 500 мг/л сернистых соединений (в пересчете на серу) — альдегидсернистая кислота, сероводород, меркаптаны, сульфокислоты.

Азотистые соединения триметиламин, триэтиламин, этиламин и др. присущи ГФ, полученной при переработке мелассы и остродефектного зерно-картофельного сырья.

Фурфурол и метанол присутствуют в ГФ зерно-картофельных заводов. При переработке картофеля содержание метанола в ГФ доходит до 4 %, а при переработке свеклы — до 7 %.

Отбор головной фракции зависит от вида и качества сырья. При переработке зерна и картофеля нормального качества отбор головной фракции при выработке спирта высшей очистки обычно составляет 2–3 %, при выработке спирта более высокого качества отбор головной фракции увеличивают до 5–7 %. При переработке дефектного зерно-картофельного сырья также увеличивают отбор головной фракции.

При переработке мелассы отбор головной фракции обычно составляет 4–6 %; при переработке мелассы в спирт и пекарские дрожжи отбор головной фракции увеличивают. В практике предприятий дальнего зарубежья отбор головной фракции доходит до 15 %.

В головной фракции содержится 20–100 мг/л кислот; 0,1–4 % об. эфиров; 0,3–5 % об. альдегидов; 1–2 % об. метанола; 90–94,0 % этилового спирта и вода. Содержание примесей зависит от вида и качества сырья и % отбора головной фракции. С головной фракцией уходит от 1,5 до 7 % этилового спирта, содержащегося в бражке.

Анализируя данные по фазовому равновесию смесей этиловый спирт — вода — примесь (см. рис. II-10), легко заметить, что в слабых спиртоводных растворах (примерно до 20 % об.) все примеси, за исключением фурфурола и метанола, имеют явно выраженный головной характер. На основании этого нами разработан способ выделения этилового спирта из головной фракции экстрактивной ректификацией, получивший широкое распространение в промышленности.

Суть способа состоит в том, что ректификационную установку оснащают дополнительной колонной, на которой проводится разгонка ГФ на два продукта: концентрат головной фракции (КГФ), в который переходят все головные (в локальных условиях) примеси спирта, и свободную от головных примесей спирто-водную смесь — кубовый остаток. Последняя направляется в бражную колонну.

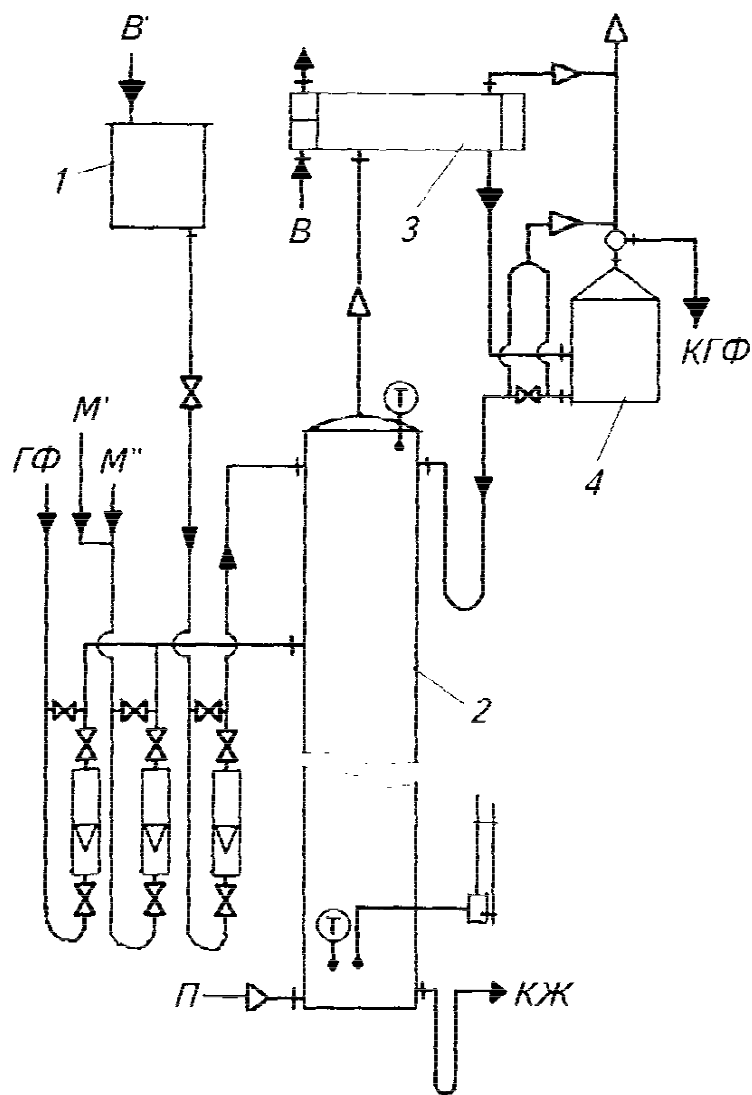


Рис. IX-6. Установка для выделения этилового спирта из головной фракции (децентрализованная)

Установка для выделения этилового спирта из ГФ (рис. IX-6) состоит из разгонной колонны 2, дефлегматора 3, декантатора 4, напорного сборника лютерной воды, или конденсатора водяного пара 1 и системы трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Головная фракция подается непосредственно от конденсатора эшюрационной колонны на тарелку питания разгонной колонны. Снизу в колонну вводится греющий пар, а на верхнюю тарелку подаются или конденсат водяного пара, или лютерная вода. За счет введения горячей воды ГФ разбавляется и под действием греющего пара освобождается от примесей. Спиртоводный пар, обогащенный эфирами и альдегидами, попадая в концентрационную часть колонны 2, встречает обильный поток воды, который поглощает этиловый спирт, а пар, обогащенный плохо растворимыми в воде альдегидами и эфирами, сво-

бодно проходит до верха колонны. По выходе из нее пар, содержащий воду, эфиры, альдегиды и прочие летучие примеси, конденсируется в дефлегматоре 3, образуя гетерогенную смесь, и направляется в декантатор, где она расслаивается. Нижний слой, обогащенный водой, направляется на орошение колонны, а верхний (КГФ), состоящий из эфиров, альдегидов и растворенных в них других летучих веществ, декантируется в сборник КГФ. Кубовый остаток, свободный от эфиров, альдегидов и прочих примесей, отводится из низа отгонной части колонны 2.

В разгонную колонну наряду с ГФ вводятся и другие погоны, обогащенные головными примесями ( $M'$ ,  $M''$ ).

Практика целого ряда перерабатывающих мелассу заводов (Косарский, Барский, Бершадский, Калиновский и др.) показала высокую эффективность работы разгонных колонн. Содержание спирта на тарелках отгонной части поддерживается в пределах 9–12 % об., в кубовой жидкости — 6–8 % об. Плотность концентрата головной фракции составляет 0,88–0,91 кг/дм<sup>3</sup>. Концентрат в основном состоит из альдегидов (около 45 %), сложных эфиров (около 25 %) и воды. Отбирается концентрата 0,1–0,3 % от количества ректифицированного спирта.

При работе с гидроселекцией устанавливают колонну с 40–45 многоколпачковыми тарелками и с межтарелочным расстоянием 170 мм (16–20 в концентрационной части колонны и 24–26 в отгонной). Расход греющего пара составляет 16–20 кг на 1 дал головной фракции, расход умягченной воды на гидроселекцию — 150–250 л/дал.

При переработке качественного крахмалсодержащего сырья разгонная колонна с гидроселекцией также дает хороший эффект. При повышенном же содержании метанола в головной фракции его выводят в колонне окончательной очистки или, по опыту ВНИИПБТ, используют разгонную колонну без применения гидроселекции.

При работе без гидроселекции используют колонну с 30 тарелками и закрытым обогревом. Головная фракция вводится на 20-ю тарелку снизу. Расход пара — около 30 кг на 1 дал ГФ. Концентрат головной фракции отбирается 1–3 раза в сутки в количестве 0,1–0,15 % от выработанного условного спирта. Концентрат ГФ имеет плотность 0,836–0,929 кг/дм<sup>3</sup>, содержание эфиров 200–220 г/л, метанола 30–40 % об., альдегидов 10–15 г/л. Этиловый спирт, освобожденный от головных примесей и метанола, имеет концентрацию 94–95 % об., содержание эфиров 0,4–0,5 г/л альдегидов 0,012–0,015 г/л и метанола 0,04–0,05 % об. Спирт направляется в бражку или в бражный дистиллят.

Ориентировочно диаметр ( $D$ , м) колонн для выделения спирта из головной фракции с применением гидроселекции можно определять в зависимости от производительности БРУ:

$$M = 6940D^2 \text{ дал/сут.},$$

где  $M$  — суточная производительность БРУ; площадь поверхности дефлегматора  $F = 0,007M$ , м<sup>2</sup>.

Расчеты показывают, что при гидроселекции наравне с головными примесями также хорошо извлекаются и все промежуточные примеси, если они вводятся в разгонную колонну. Это позволило нам дать теоретическое обоснование для создания брагоректификационной установки с выделением концентрата всех примесей спирта в виде одного побочного продукта — сивушно-эфироальдегидного концентрата (СЭАК). На такой установке (рис. III-13) практически полностью извлекается этиловый спирт из побочных продуктов. При этом исключается узел выделения и промывки сивушного масла, не требуются сивушная колонна и утилизация крепкого сивушного спирта, повысится качество ректифицированного спирта в связи с возможностью отбора в большом количестве побочных спиртосодержащих погонов. Все примеси выводятся в виде одного продукта, что упрощает их хранение и транспортировку. Выход сивушно-эфироальдегидного концентрата составляет 0,4–0,6 % от количества спирта.

Ориентировочно диаметр разгонной колонны в случае выделения всех примесей в виде одной фракции — СЭАК можно определить в зависимости от производительности БРУ по спирту:

$$M = 5000D^2 \text{ дал/сут.}$$

Площадь поверхности дефлегматора  $F = 0,007M$ , м<sup>2</sup>

СЭАК и концентрат головной фракции могут подвергаться разгонке для получения отдельных их компонентов в чистом виде (уксусный альдегид, уксусно-этиловый эфир, амиловый, бутиловый и пропиловый спирты и др.).

### **Колонны ректификационных установок для абсолютирования спирта**

Установки для абсолютирования спирта (рис. III-18) включают две колонны: обезвоживающую (дегидратационную) и регенерационную. Та и другая представляют собой полные ректификационные колонны с