

Глава I

ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ, БРАЖКА И ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ РЕКТИФИКАЦИИ

Этиловый спирт — бесцветная легкоподвижная жидкость, обладающая специфическим запахом и жгучим вкусом. Он очень гигроскопичен, хорошо смешивается с водой в любых соотношениях; при этом смесь уменьшается в объеме и нагревается. Промышленностью он вырабатывается в виде высококонцентрированного водного раствора. Пары спирта вредны для человека: предельно допустимая концентрация их в воздухе составляет 1 мг/л; токсичная — 16 мг/л. Запах спирта ощущается при концентрации его в воздухе 0,25 мг/л.

В этиловом спирте даже при самой тщательной очистке его при выработке содержатся в незначительном количестве различные примеси (эфирьы, альдегиды, другие спирты и пр.), придающие ему специфический запах. Он является хорошим растворителем для многих органических веществ.

Этиловый спирт, как и его концентрированные водные растворы, легко воспламеняется и горит бледно-голубым пламенем без образования копоти.

Химическая формула этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; соответственно этому молекулярная масса его составляет 46,069. Называют его также этанолом, метилкарбинолом и винным спиртом (в дальнейшем — спирт).

Физические свойства этилового спирта

| | |
|---|------------------|
| Плотность ρ (при 20 °С), кг/дм ³ | 0,78945 |
| Динамическая вязкость η (при 20 °С), мПа·с | 1,20 |
| Коэффициент поверхностного натяжения σ (при 20 °С), Н/м | 0,0223 |
| Удельная теплоемкость C (при 20 °С), кДж/(кг·К) | 2,39 |
| Теплота сгорания H , МДж/кг | 27 |
| Температура кипения t_k (при давлении 101,3 кПа), °С | 78,33 |
| Температура замерзания, t (при давлении 101,3 кПа), °С | -117 |
| Удельная теплота парообразования, r (при давлении 101,3 кПа), кДж/кг | 840 |
| Показатель преломления n (относительно воздуха при 20 °С и 101,3 кПа применительно к свету с длиной волны $\lambda = 589,3$ нм) | 1,3617 |
| Удельное электрическое сопротивление ρ_E (при 20 °С), Ом·м | $7,7 \cdot 10^8$ |
| Температура вспышки, °С | 14 |
| Температура воспламенения, °С | 426 |

Пищевой промышленностью спирт вырабатывается из крахмалсодержащего и сахарсодержащего сырья, которое в результате биохимической переработки превращается в спиртосодержащую бражку.

Вырабатывается спирт следующих видов (см. табл. I-1).

1. **Спирт этиловый сырец** выделяется перегонкой из бражки вместе с сопутствующими летучими примесями (эфирами, альдегидами, кислотами, другими спиртами и т.п.). Спирт-сырец или используется для технических целей, или перерабатывается в ректификованный спирт.

2. **Спирт этиловый ректификованный** выделяется из бражки или вырабатывается из спирга-сырца в результате очистки от сопутствующих примесей путем ректификации.

Спирт-сырец и ректификованный спирт — прозрачные бесцветные жидкости без взвешенных частиц. Вкус и запах характерны для каждого вида этилового спирта, вырабатываемого из соответствующих видов сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ.

Спирт этиловый ректификованный, аттестуемый на первую категорию качества, должен иметь дегустационную оценку (в баллах) не ниже:

| | |
|----------------|-----|
| I сорт | 8,5 |
| Высшей очистки | 9,0 |
| «Экстра» | 9,3 |
| «Люкс» | 9,5 |

Для производства спирта ректификованного «Экстра» и «Люкс» используются все виды кондиционного крахмалсодержащего сырья (пше-

Физико-химические показатели этилового спирта

| Показатель | ГОСТ 131-67 | | | | ГОСТ 5962-67 | | | | ДСТУ 3099-95 (Украина) | ТУ У 18.462.98 (Украина) | | |
|---|--|---|------------|-------------|-----------------------------------|----------------|------------|-------------|---|-------------------------------|-------------|--|
| | Спирт этиловый сырец | | | | Спирт этиловый ректификованный | | | | Спирт этиловый ректификованный из мелассы высококачественный | Спирт этиловый технический | | |
| | Из зерна, картофеля или из зерна и картофеля | Из смеси зерна, картофеля, сахарной свеклы, мелассы, сахара- сырца и другого сахаро- и крахмалсодержащего пищевого сырья | Из мелассы | «Люкс» | «Экстра» | Высшей очистки | 1-го сорта | Категория А | | Категория Б | Категория В | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 1. Концентрация этилового спирта, % об., не менее | 88 | 88 | 88 | 96,3 | 96,5 | 96,2 | 96,0 | 96,3 | 96,0 | 92,0 | 96,0 | |
| 2. Проба на чистоту с серной кислотой | — | — | — | Выдерживает | | | | Выдерживает | — | — | — | |
| 3. Проба на окисляемость в минутах при 20 °С, не менее | — | — | — | 22 | 20 | 15 | 10 | 20 | — | — | — | |
| 4. Концентрация альдегидов, в пересчете на уксусный, в 1 дм ³ безводного спирта, мг, не более | 300 | 300 | 500 | 2 | 2 | 4 | 10 | 2,0 | 10 | 50 | 500 | |
| 5. Концентрация сивушного масла в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов (3:1), в 1 дм ³ безводного спирта, мг, не более | 5000 | 5000 | 5000 | 2 | 3 | 4 | 15 | 3,0 | 10 | 200 | 5000 | |
| 6. Концентрация эфиров, в пересчете на уксусно-этиловый, в 1 дм ³ безводного спирта, мг, не более | 500 | 500 | 700 | 18 | 25 | 30 | 50 | 22,0 | 50 | 200 | 700 | |
| 7. Концентрация метилового спирта, % об., не более | 0,13 | 0,13 | — | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | — | — | — | — | |
| 8. Концентрация свободных кислот (без СО ₂), в пересчете на уксусную кислоту, в 1 дм ³ безводного спирта, в мг, не более | — | — | — | 8 | 12 | 15 | 20 | 12,0 | 30 | 50 | — | |
| 9. Содержание фурфурола | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 10. Концентрация сухого остатка, мг/лм ³ , не более | — | — | — | — | — | — | — | 5,0 | 5,0 | 10,0 | 20,0 | |

ница, рожь, кукуруза, ячмень и др.), а в отдельных случаях до 35 % качественного здорового картофеля.

3. **Спирт этиловый технический** вырабатывается из некондиционного зерна, мелассы, спиртосодержащих побочных продуктов спиртового производства (головная фракция, сивушный спирт), ликероводочного производства (грязный брак), винодельческой промышленности; используется для технических целей в химической, лакокрасочной и других отраслях промышленности.

4. **Спирт этиловый абсолютированный** вырабатывается как технический, так и очищенный. Абсолютированный технический спирт вырабатывается с концентрацией не ниже 99,5 %, очищенный — не ниже 99,8 % об. Технический абсолютированный спирт, как правило, в своем составе содержит все сопутствующие летучие примеси.

В настоящее время в Украине широкое распространение получило производство технического абсолютированного этилового спирта, используемого как кислородсодержащий компонент моторных топлив. Такой компонент имеет следующие показатели качества (ориентировочно):

| | |
|---|--------|
| внешний вид — прозрачная бесцветная или светло-желтая жидкость (если по техническим условиям в нее не добавлены красители); | |
| концентрация органических кислородсодержащих веществ, % об., не менее | 99,3 |
| плотность при 20 °С, кг/дм ³ , не более | 0,8 |
| показатель преломления n_D^{20} , не менее | 1,3610 |
| концентрация сухого остатка, мг/дм ³ , не более | 50,0 |
| концентрация кислот, мг/дм ³ , не более | 20,0 |
| концентрация воды, % об., не более | 0,2 |
| (для некоторых сортов допускается не более 1,0) | |
| концентрация высших спиртов, мг/дм ³ , не более | 12 000 |
| концентрация циклогексана и других углеводородов, % об., не более | 1,5 |

В настоящее время требования к составу кислородсодержащих компонентов на основе абсолютированного этилового спирта продолжают уточняться согласно условиям, предъявляемым к качеству смесевых топлив.

Этиловый спирт как моторное топливо имеет такие характеристики: октановое число \approx 110 ед., теплота сгорания 25000 кДж/кг.

Очищенный абсолютированный спирт должен соответствовать следующим показателям: концентрация этанола не менее 99,8 % об.; со-

держание альдегидов не более 5 мг/дм³; органических кислот не более 10 мг/дм³; эфиров не более 30 мг/дм³. Спирт не должен содержать сухо-го остатка, минеральных кислот, фурфурола; должен быть прозрачным, бесцветным и не иметь посторонних запаха и вкуса. Он используется в медико-биологической, химической и электронной промышленности.

Технический спирт перед выпуском с завода может подвергаться денатурации путем добавления к нему денатурирующих веществ, придающих спирту неприятные вкус и запах, а также красителей. В качестве денатурирующих добавок используют диэтилфталат, диэтиловый эфир, бензол, толуол, циклогексан, бензин, скипидар и др.

Помимо этого, пищевой промышленностью вырабатывается виноградный спирт. Спирт этиловый сырец виноградный (ОСТ 18-156-74) получают из дрожжевых и гущевых осадков, виноградных выжимок, пикетов и виноградных вин, не пригодных для использования в виноделии, головных и хвостовых погонов, образующихся при получении коньячного спирта. Содержание этанола в нем должно быть не менее 40 % об. (в отдельных случаях не менее 15 % об.), а метанола — не более 0,2 % об. Спирт-сырец виноградный используется для получения ректифицированного виноградного спирта (ОСТ 18-179-74).

Некоторые физические свойства и теплофизические характеристики водно-спиртовых растворов приведены в приложениях I—VI. Подробно свойства спирта и его водных растворов приведены в справочнике «Этиловый спирт».

Исходным продуктом для производства спирта являются крахмалсодержащее сырье (зерно, картофель) или сахаросодержащее сырье (меласса и редко сахарная свекла). Крахмальное сырье путем ферментативной обработки переводится в сахар. Сахар под воздействием ферментов дрожжей превращается в этиловый спирт (C₂H₅OH) и диоксид углерода (CO₂), в результате чего получается **зрелая бражка** (в дальнейшем **бражка**). Бражка на спиртзаводах, перерабатывающих пищевое сырье, может быть зерновая, картофельная, свекольная, мелассная, а также смешанная: мелассно-зерно-картофельная, мелассно-свекольная, свекольно-картофельная, мелассно-сахарная и сахарно-зерно-картофельная.

Бражка — многокомпонентная система, состоящая из воды (82–90 % мас.), сухих веществ (4–10 % мас.) и этилового спирта с сопутствующими летучими примесями (5–9 % мас., или 6–11 % об.). В бражке всегда содержится некоторое количество диоксида углерода. Его содержание в отобранной непосредственно из бродильного аппа-

рата бражке составляет 1–1,5 г/дм³. При подаче бражки в ректификационное отделение 35–45 % диоксида углерода теряется.

Сухие вещества бражки представлены несброженными сахарами, декстринами, клетчаткой, аминокислотами и другими азотистыми веществами, минеральными солями. Сухие вещества в значительной мере находятся в растворенном виде, а частично в виде взвеси твердых частиц (кожура, дрожжевые клетки и пр.).

Сухие вещества бражки (дрожжевая масса, дробина, клетчатка, гипс, фосфорнокислый кальций, карамели, меланоидины) отлагаются на стенках аппаратуры, нарушая ее работу.

В зерно-картофельной бражке содержится много взвешенных частиц; она более вязкая, нежели мелассная, зато общее содержание сухих веществ в мелассной бражке обычно больше (8–10 %), нежели в зерновой (5–7 %), и особенно в картофельной (3–4 %). Минеральные соли и кислоты в бражке обуславливают ее кислую реакцию (рН = 4,8–5,6).

Зерновая бражка обычно содержит 7–11 % об. спирта, картофельная 6,5–9,5 % об., мелассная 8–11 % об., свекловичная 4,5–6 % об. Свекловичная бражка и бражка, полученная из молодого картофеля, сильно пенятся; иногда сильно пенится и мелассная бражка. При избытке извести в мелассе и подкислении рассиронки серной кислотой из бражки может выделяться обильный осадок гипса.

Перегонка бражки с концентрацией спирта менее 7,5 % нежелательна, т.к. резко снижается производительность ректификационных установок, увеличиваются расход пара и потеря спирта.

Бражка содержит более 70 сопутствующих спирту летучих веществ (примесей). Содержание их невелико, обычно не более 1,0 % от количества этилового спирта, но иногда достигает 1,5 %, в основном за счет метанола.

Все летучие примеси по химической природе можно разделить на четыре группы: другие спирты; альдегиды; кислоты и сложные эфиры. Кроме того, выделяют группу азотистых веществ (аммиак, амины, аминокислоты), серосодержащих веществ (сероводород, сернистый ангидрид, сульфокислоты, меркаптаны) и др.

В табл. 1–2 представлен групповой состав примесей в спирте, полученном при перегонке бражки из различных видов сырья.

Состав и содержание летучих примесей зависят от качества сырья и принятых технологических режимов его переработки. Примеси частично переходят из сырья, воды, вспомогательных материалов, частично образуются в процессе приготовления сусла, но большая их часть образуется в процессе брожения.

**Групповой состав летучих примесей, сопутствующих спирту
и содержащихся в бражном дистилляте**

| Примесь | Бражный дистиллят, получаемый при перегонке бражки из | | | |
|--|---|-----------|------------------------------------|---------------------------|
| | зерна | картофеля | сахарной свеклы (при разваривании) | мелассы (свекло-сахарной) |
| Сложные эфиры (в пересчете на уксусно-этиловый), мг/л, до | 500 | 700 | 500 | 500 |
| Альдегиды (в пересчете на уксусный), мг/л, до | 20 | 50 | 30 | 1000 |
| Сивушное масло (в пересчете на смесь: 25 % изобутилового и 75 % изоамилового спиртов), % об. | 0,4–0,55 | 0,4–0,6 | до 0,4 | 0,20 0,40 |
| Метанол, % об. | 0,02–0,10 | ≥ 0,15 | ≥ 0,2 | Отсутствует |
| Азотистые соединения (в пересчете на аммиак), мг/л, до | 2 | 3 | 2 | 12 |

Больше всего примесей (0,4–0,6 % от количества этилового спирта) приходится на долю спиртов, составляющих основу сивушного масла. Содержание основных его компонентов: изоамиловые спирты 60–90 %, изобутиловый 8–27 %, *n*-пропиловый 3–20 % от их общей суммы. Они образуются в процессе брожения.

Метиловый спирт не входит в группу «сивушных» спиртов. Он образуется преимущественно при тепловой обработке сырья, незначительное количество его образуется в процессе брожения. Источником метанола может быть избыток формалина, применяемого для антисептирования сырья и оборудования. Его (метанола) содержание в неочищенном спирте составляет 0,005–0,5 % об., но в ряде случаев (например, при переработке сахарной свеклы) достигает 1,2 % об. В мелассных бражках метилового спирта практически нет (или не более 0,0001 % об.).

Из альдегидов в неочищенном спирте больше всего уксусного. В дистилляте мелассной бражки альдегидов содержится около 0,05 % от количества этилового спирта, что в 10–50 раз превышает их содержание в зерно-картофельном дистилляте. Количество альдегидов возрастает

при усилении аэрации сусла в процессе дрожжегенерирования. Альдегиды образуются преимущественно в процессе брожения. Помимо уксусного могут быть пропионовый, масляный, валериановый и другие альдегиды.

Сложные эфиры в основном представлены уксусно-этиловым (до 350 мг/дм³), муравьино-этиловым, уксусно-метиловым, изомасляно-этиловым, уксусно-изобутиловым, изовалериано-пропиловым, уксусно-изоамиловым и др.

Летучих кислот (уксусная, масляная, пропионовая, валериановая и др.) обычно не более 0,1 % от количества спирта. Из азотистых соединений могут быть аммиак, триметиламин, триэтиламин, этаноламин; из серосодержащих — сероводород, сернистый ангидрид, этилмеркаптан и этилсернистый альдегид. Эти сернистые соединения присутствуют в мексассных бражках и бражках из другого сырья, если оно дефектное.

Летучие примеси спирта формируют вкус и запах этанола и спиртных напитков. Все летучие кислоты (кроме угольной) придают неприятный и жгучий вкус, а угольная смягчает вкус.

Из сивушных спиртов самое сильное и неприятное воздействие на вкус и запах оказывают изопропиловый, изобутиловый, изоамиловый, *n*-бутиловый. Пропиловый спирт не оказывают существенного влияния на органолептическую оценку спирта, практически не влияет на нее и метиловый спирт.

Сивушные спирты ввиду их вредности для живых организмов и резко отрицательного действия на органолептические свойства спирта следует удалять в максимально возможной степени.

Альдегиды из всех примесей обладают наибольшей летучестью и более сильным запахом по сравнению с кислотами и спиртами. Порог ощущения для большинства из них составляет до 0,004 мг/дм³. Наличие уксусного альдегида придает неприятный резкий запах, пропионового — удушливый, масляный и изовалериановый имеют острый фруктовый запах.

Практически все альдегиды сообщают спирту резкие раздражающие запахи, терпкость и жгучесть. В связи с этим спирт необходимо тщательно очищать от альдегидов, особенно уксусного, пропионового и масляного.

В неочищенном спирте могут присутствовать ненасыщенные альдегиды — акролеин и кротоновый альдегид. Даже незначительная концентрация этих примесей из-за удушливого острого запаха и неприятного вкуса ухудшает дегустационную оценку спирта.

Сложные эфиры — примеси, имеющие интенсивный аромат. Метилловые эфиры уксусной и пропионовой кислот в малых количествах придают аромату спирта мягкие фруктовые оттенки, а также снижают густоту и резкость спиртового вкуса. Уксусно-этиловый эфир в малых количествах (до 10 мг/л) придает спирту гармоничность вкуса, а при больших количествах — несвойственный фруктовый запах.

Метилловый эфир изовалериановой кислоты, этиловый эфир масляной кислоты и пропиловый эфир пропионовой кислоты в концентрациях до 2,5 мг/дм³ не ухудшают органолептическую оценку спирта. Аналогично влияние и пропилового эфира изомасляной кислоты, изобутилового эфира масляной кислоты, присутствие которых характерно для хорошего зернового спирта.

Эфиры муравьино-этиловый, муравьино-пропиловый, уксусно-пропиловый, пропионово-этиловый, масляно-метилловый, масляно-этиловый, пропионово-пропиловый, уксусно-изобутиловый, пропионово-изобутиловый, пропионово-бутиловый, изовалерианово-пропиловый, валерианово-изобутиловый и валерианово-изоамиловый даже в самых малых количествах придают спирту неприятные запахи (гнилостный, прогорклого масла, гнилого зерна, жженой резины и др).

Из всех примесей спирта для живого организма наиболее вредны альдегиды. Они же, особенно непредельные, значительно ухудшают органолептическую оценку спирта.

Из сложных эфиров в спирте-сырце больше всего уксусно-этилового, содержание которого достигает 200—400 мг/дм³ спирта; на долю остальных более чем 20 эфиров приходится всего 100—200 мг/дм³. Среди этой многочисленной группы преобладают этиловые эфиры пропионозой, масляной, изовалериановой, капроновой кислот, а также изоамилацетат, изобутилацетат и изоамилизовалерат.

Спирт из бражки можно выделять простой перегонкой и с помощью перегонки в ректификационных бражных колоннах. В первом случае процесс осуществляется в аппаратах периодического, в другом — непрерывного действия. В обоих случаях из бражки при кипении выделяется спирт вместе с сопутствующими летучими примесями и получается бражный дистиллят (слабоградусный спирт-сырец), который (в зависимости от концентрации спирта в бражке) содержит 30—50 % спирта, сопутствующие примеси и воду.

Из бражного дистиллята или спирта-сырца этиловый спирт выделяется и очищается от сопутствующих примесей путем ректификации (многократной перегонки). Процессы перегонки и ректификации ос-

нованы на неодинаковый летучести (температуры кипения) разделяемых веществ.

Все сопутствующие спирту вещества по летучести подразделяются на головные (более летучие, чем этиловый спирт), хвостовые (менее летучие, чем спирт), промежуточные и концевые (летучесть которых в локальных условиях может быть больше или меньше летучести этилового спирта). Более подробно летучесть примесей рассмотрена в главе II.

В процессе выделения и очистки спирта получают побочные продукты: **барда, лютерная вода, головная фракция, сивушное масло и сивушный спирт**. С бардой и лютерной водой выводится нелетучая часть бражки; сопутствующие спирту летучие примеси выводятся с головной фракцией, с сивушным маслом и сивушным спиртом.

Освобожденная от спирта, части воды и сопутствующих летучих примесей бражка — барда — содержит все сухие вещества бражки и оставшуюся часть воды. Качество барды полностью зависит от качества исходной бражки, поэтому никаких определенных условий в отношении ее состава не существует, за исключением максимально допустимого содержания этилового спирта — не выше 0,015 % об. (0,012 % мас., или 0,0047 % мол.).

В барде остаются сухие вещества бражки и нелетучие продукты спиртового брожения: глицерин, пировиноградная кислота и др. Содержание сухих веществ в барде колеблется: в зерно-картофельной в пределах 4–8 %, в мелассной 8–12 %.

Зерно-картофельная барда в натуральном виде является ценным кормовым продуктом. В отдельных случаях ее или сушат и используют как добавку к комбикорму, или подвергают фильтрованию; на фильтрате выращивают кормовые дрожжи, а осадок сушат. Мелассная барда содержит значительное количество минеральных соединений (28–32 % от общей массы сухих веществ). Она менее пригодна для кормовых целей, поэтому в настоящее время ее используют как основу питательной среды для выращивания кормовых дрожжей или упаривают и используют в качестве пластификатора в производстве бетонов. Выход барды зависит от содержания спирта в бражке, способа обогрева колонн и равен 10–15-кратному объему спирта.

Лютерная вода является остатком после очистки спирта-сырца. С ней отводятся труднолетучие примеси спирта: кислоты, некоторые эфиры, альдегиды, спирты и другие летучие примеси с высокой температурой кипения и в основном вода. Лютерная вода имеет кислую реакцию, агрессивна по отношению к углеродистым сталям.

Лютерную воду используют для приготовления зерновых замесов, мелассных рассиропок, промывки сивушного масла. Остатки лютерной воды сбрасывают в канализацию. В соответствии с технологической инструкцией, в лютерной воде не должно быть спирта. Выход лютерной воды определяется условиями очистки спирта.

Легколетучие примеси в процессе очистки спирта выделяются с головной фракцией. **Головная фракция (ГФ)** представляет собой смесь этилового спирта с головными примесями.

Согласно ОСТ 18-121-73, головная фракция этилового спирта должна быть прозрачной, бесцветной жидкостью, слегка желтоватой или зеленоватой. Концентрация спирта в ней (по спиртомеру) должна быть ≥ 92 % об. В ее составе допускается содержание кислот ≤ 1 г/дм³; эфиров ≤ 30 г/дм³; сивушного масла ≤ 2 г/дм³; альдегидов: из крахмалистого сырья ≤ 10 г/дм³, из мелассы ≤ 35 г/дм³; метанола: из мелассы $\leq 0,5$ % об., из зерна $\leq 1,5$ % об., из картофеля $\leq 2,5$ % об., из смешанного сырья ≤ 6 % об.

В составе ГФ содержится около 90 % этилового спирта, 2–6 % примесей и около 5 % воды. Состав и содержание примесей и выход ГФ в значительной мере зависят от вида и качества сырья, условий сбраживания и очистки спирта.

Содержание эфиров и альдегидов резко возрастает (до 7 %) при усиленной аэрации суслу в период дрожжегенерирования. В головной фракции, получаемой из зерно-картофельного сырья (и особенно при переработке свеклы), содержится до 4 % метанола. Выход головной фракции обычно составляет 1,5–3 % при переработке зерна и картофеля и 3–5 % при переработке мелассы. ✓

Головную фракцию в настоящее время подвергают разгонке на специальных ректификационных установках с целью выделения из нее этилового спирта.

При переработке головной фракции получают ее концентрат — желто-зеленую жидкость, как правило, только частично смешивающуюся с водой, с резким, удушливым запахом. В его безводной части содержится 15–20 % мас. эфиров, 15–45 % альдегидов, 20–45 % этилового спирта и 0,1–0,5 % мас. кислот. **Концентрат головной фракции (КГФ)** используется как углеродсодержащее питание при производстве кормовых дрожжей, но он может быть источником получения растворителей и чистых органических продуктов: уксусного альдегида, уксусно-этилового эфира.

Промежуточные примеси при очистке спирта выделяются преимущественно в виде сивушного масла и сивушного спирта. **Товарное си-**

вишное масло, согласно ГОСТ 17071–71, должно удовлетворять следующим требованиям: плотность (при 20 °С по отношению к воде) не выше 0,837; показатель преломления — не менее 1,3950; пределы перегонки — до 120 °С; должно перегоняться не более 50 % от начального объема. Это прозрачная жидкость от светло-желтого до красно-бурого цвета. При взбалтывании в ней не должна появляться муть.

В состав товарного сивушного масла входит: этилового спирта 7–15 % мас., воды 8–15 % мас., остальное количество приходится в основном на спирты C_3 , C_4 и C_5 и некоторые другие промежуточные примеси с ограниченной растворимостью в воде (высокомолекулярные эфиры, альдегиды, ацетали, кислоты, азотистые и сернистые соединения).

Спирты в сивушном масле находятся примерно в таком соотношении: изоамиловый 40–75 %, изобутиловый 18–22 %, пропиловый 10–15 %. Состав и выход сивушного масла не постоянны и изменяются в зависимости от вида и качества сырья, расы применяемых дрожжей, технологических условий сбраживания и очистки спирта. Выход его обычно составляет 0,25–0,4 % мас. от выхода спирта.

Сивушное масло является ценным продуктом. Его обычно подвергают разгонке на составляющие компоненты, которые используются в органическом синтезе для изготовления медицинских препаратов, душистых веществ, растворителей, экстрагентов, флотореагентов.

Сивушный спирт представляет собой бесцветную жидкость с концентрацией этанола (по спиртомеру) 75–85 % об., с запахом грушевой эссенции, обусловленным присутствием в нем уксусно-изоамилового эфира. В его составе содержится воды 25–30 % об., этанола 45–60 % об., спиртов (C_3 ... C_5) 5–20 % об. (в основном пропанол и изобутанол), эфиров 0,3–0,8 % об., небольшое количество азотистых веществ, альдегидов и кислот.

Отбирают сивушный спирт при необходимости в количестве 0,5–1,5 % от общего объема спирта и используют для технических целей, например для приготовления денатурированного спирта, или подвергают разгонке с целью выделения ректифицированного спирта и компонентов сивушного масла.