

Кирянина Варвара Алексеевна

Студент

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы
г. Москва, Россия

Ерофеева Виктория Вячеславовна

доцент кафедры «Экология»,

Московский технический университет связи и информатики
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы
г. Москва, Россия

Особенности очистки сточных вод винодельческого производства

Аннотация. В статье рассматриваются особенности очистки сточных вод винодельческих предприятий в России. В условиях значительного развития агропромышленного комплекса винодельческая отрасль является одним из ключевых секторов, обеспечивающих спрос на рынке и значительные поступления в бюджеты различных уровней. В работе анализируются технологические процессы производства вина, приводящие к образованию сточных вод, и описывается их качественный и количественный состав. Особое внимание уделено различиям в составе стоков первичного и вторичного виноделия. Описаны современные методы очистки сточных вод, включая механическую, физико-химическую и биологическую очистку, а также способы доочистки и обеззараживания воды. Учитываются экологические и экономические аспекты технологии.

Ключевые слова: винодельческая промышленность, сточные воды, биологическая очистка, экологическая безопасность, механическая очистка

Kiryunina Varvara Alekseevna

Student

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
Moscow, Russia

Erofeeva Victoria Vyacheslavovna

Associate Professor of the Department of Ecology,
Moscow Technical University of Communications and Informatics
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
Moscow, Russia

Features of wastewater treatment of wine production

Annotation. The article discusses the features of wastewater treatment of wineries in Russia. In the context of significant development of the agro-industrial complex, the wine industry is one of the key sectors that ensure market demand and significant revenues to budgets of various levels. The paper analyzes the technological processes of wine production that lead to the formation of wastewater, and describes their qualitative and quantitative composition. Special attention is paid to the differences in the composition of the drains of primary and secondary winemaking. Modern methods of wastewater treatment, including mechanical, physico-chemical and biological treatment, as well as methods of post-treatment and disinfection of water, are described. The environmental and economic aspects of the technology are taken into account.

Keywords: wine industry, wastewater, biological treatment, environmental safety, mechanical cleaning

Водные ресурсы играют исключительную роль в стабильном функционировании любого общества. С развитием промышленности разнообразие производств, оказывающих влияние на водоемы, становится все больше. Человечество своевременно предприняло меры по ограничению сброса загрязняющих веществ – стали разрабатываться различные технологии, нормативно-правовые и экономические механизмы. Однако актуальность полноценной очистки сточных вод стоит и по сегодняшний день.

В истории современной России можно отметить тенденцию к государственной поддержке агропромышленного комплекса. Считается, что он имеет важное значения для развития экономики страны. АПК является неотъемлемым компонентом, поддерживающим благосостояния общества. Это достигается за счет снабжения населения продовольственными продуктами и создания огромного количества трудовых мест.

Винодельческая отрасль является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей АПК в России ввиду того, что производимые ею товары имеют активный спрос на рынке, обеспечивает значительные

поступления в федеральный и местный бюджеты страны [6]. Стимулированию развития способствуют и меры государственной поддержки. Благодаря постановлению правительства 2013 года [7] об отнесении вин, произведенных из собственного винограда, к сельхозпродукции, винодельческие предприятия получили возможность финансирования селекционных работ по выведению новых сортов, приобретения современной техники, закладки виноградных насаждений и др.

В настоящее время в России выращиванием винограда и производством винам занимаются в наиболее пригодных для этого природно-климатических условиях - Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Наиболее важным в стратегическом отношении субъектом является республика Крым. Общая площадь виноградников в регионе составляет свыше 20 тысяч гектаров [8], в то время как общая площадь виноградников России по данным Росстата составляет 96,8 тыс. га [10].

На сегодняшний день винодельческие предприятия, составляющие часть пищевой промышленности, являются как активным потребителем воды, так и активно сбрасывают ее. В среднем, количество сбрасываемых сточных вод на всех предприятиях по России в год составляет около 20 тыс. м³ сточных вод (около 150 м³ в сутки) [2]. Сточные воды винодельческих предприятий обладают высокой степенью загрязненности, а потому представляют угрозу для окружающей экологии.

К предприятиям винодельческой промышленности относятся заводы виноградного сока, виноделия, шампанских вин и коньячного виноделия. В данной работе будет рассмотрен процесс производства продукции виноделия (рис. 1) – от приемки винограда до последних этапов очистки сточных вод. Стоит отметить, что само производство винограда делится на два вида – «по белому» и «по красному». Разница становится заметна на моменте

ферментации, о чем будет сказано ниже.

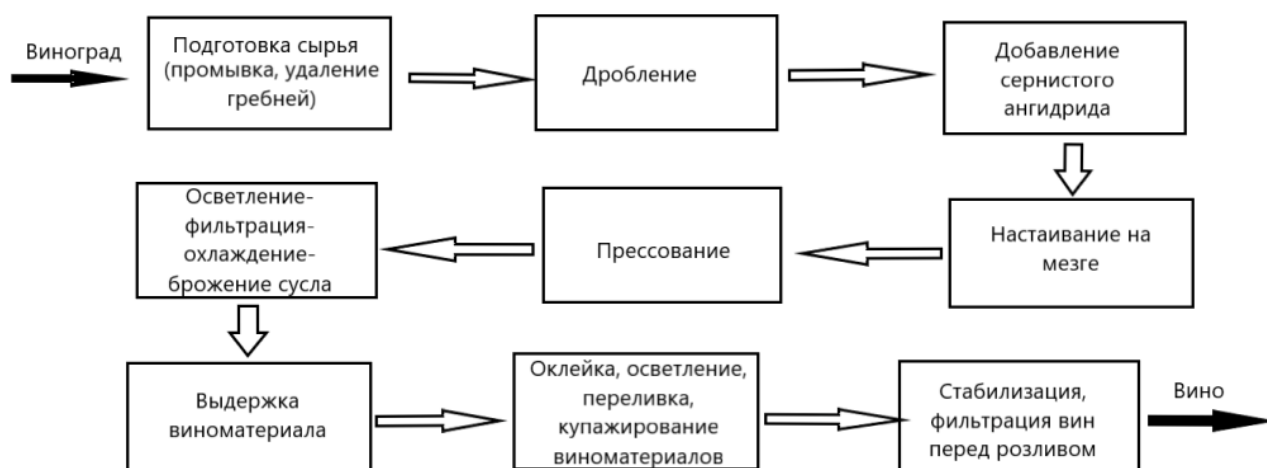


Рисунок 1. Схема промышленного производства вина [9]

Первым этапом при поступлении винограда на предприятия по переработке производится его взвешивание, отбираются пробы из разных мест для определения среднего содержания сахара в партии. Сырье промывают. С помощью дробилок-гребнеотделителей производится отделение ягод от гребней – на выходе получается виноградная мезга. Виноградные гребни утилизируются [4].

Дальнейший путь полученной мезги зависит от способа производства вина – сырье для белых вин сразу отправляется на сульфатацию (добавление раствора сернистого ангидрида (SO_2), позволяющую не допустить окисления винограда) и прессовку. Стоит отметить, что при настаивании и брожении сусла на мезге дозировка диоксида серы составляет 80 мг/литр. Для производства красных вин мезгу отправляют на ферментацию, где брожение винограда происходит вместе с кожицей и семечками. Это позволяет отдать сырью вяжущие и красящие вещества – происходит наполнение будущего вина ароматом и цветом. Лишь затем мезгу отправляют на прессовку.

Дальнейшие этапы производства не зависят от способа производства вина – мезгу после прессовки отправляют на флотационные установки, что позволяет удалить образовавшиеся взвеси, которые могут нарушить технологию. Флотацию сменяет фильтрация, а затем охлаждение.

Охлажденное сусло подвергают брожению, а затем снятию с дрожжей – происходит выдержка. Затем виноматериал осветляют, оклеивают с целью удаления сухих остатков. Обработанное сырье купажируется и стабилизируется. Наконец, происходит стабилизация и последняя фильтрация. На выходе получается готовый продукт.

Исходя из процесса производства можно сделать вывод о составе сточных вод (таблица 1). Важно отметить, что виноделие в целом условно делится на первичное и вторичное, а значит и стоки с них будут разными. Первичное виноделие, занимающееся производством вин, включает в себя приемку винограда, его переработку в целях получения виноградного сусла, брожение. За брожением следует выдержка и обработка полученных виноматериалов.

Именно стоки первичного виноделия считаются наиболее загрязненными ввиду того, что их качественный и количественный состав существенно различается. Такие воды имеют кислую реакцию, а в их химическом составе наблюдаются растворимые сахара и кислоты, белки, биополимеры и фенольные вещества. В периоды спада производств в составе вод могут наблюдаться остатки вина, желатина, бентонита, желтой кровяной соли, нитраты, нитриты и аммонийный азот.

Сточные воды вторичного производства менее загрязнены, поскольку оно занимается обработкой виноматериалов, купажированием и розливом вина по бутылкам. В их составе можно встретить клеевые осадки, остатки вина, бумаги, загрязнения из стоков посудомоечных машин. Воды имеют слабощелочную реакцию, содержат соду, щелочь, этиловый спирт. Таким образом, сточные воды винодельческой промышленности содержат большое количество взвешенных частиц, коллоидной, растворенной органики.

Наименование показателей	Пределы значений		ПДК по СанПиН
	Минимум	Максимум	0
Прозрачность	0	17,5	Не ниже 20

Взвешенные вещества	52,0	2914,0	3
Плотный осадок	120,0	3800,0	1000,0
Активная реакция среды рН	5,0	8,0	
Аммонийный азот	0,08	40,0	0,5
Нитриты	0,005	1,0	3,0
Нитраты	0,2	4,0	45
Окисляемость	28,0	2568,0	5
БПК ₅	30,0	2729,0	3-6

Таблица 1. Состав сточных вод производства винной продукции, поступающих на очистку

Стоит отметить, что объем и концентрация сточных вод производств, напрямую связанных с виноградом (вино, соки), сильно колеблется в зависимости от сезона. Это делает производство уникальным, по сравнению, с производством других напитков. Например, уровень производства пива остается неизменным в течение всего года, в то время как виноделие зависит от сбора урожая – пикового периода.

Специфика состава сточных вод позволяет использовать все методы очистки (физический, химический, биологический). Однако, на сегодняшний день физический и химический методы признаны малоэффективными ввиду дороговизны и малой эффективности их использования. Поэтому в винодельческой промышленности предпочтение отдается биологическому способу очистки, с использованием аэробных или анаэробных технологий.

Технология очистки сточных вод имеет несколько стадий – все они располагаются ступенчато – по мере удаления из стоков загрязнителей (от более крупных к мелким, затем к нерастворимым). Процесс очистки (схема 2) начинается с механической очистки – стоки прогоняют через решетки грубой,

а затем тонкой очистки, где удаляются крупные частицы, например остатки гребней, листьев, ягод. В дальнейшем сточные воды отправляются на вертикальные отстойники-усреднители. Там стоки, идущие в течение дня не равномерно, и с разной концентрации, с различным количеством примесей, объединяются. Если усреднение стоков не будет произведено, то дальнейшая система очистки будет нарушена.

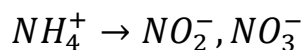
Механическую очистку сменяет физико-химическая. Она характеризуется применением флотатора, что позволяет поднять и отделить мелкие нерастворенные частички загрязнений. Для обеспечения этого процесса в сточную жидкость предварительно добавляются коагулянты.

Сам процесс флотации осуществляется за счет поднятия пузырька воздуха по толще воды. В дальнейшем, при сближении пузырька с твердой, обработанной коагулянтом частицей, разделяющая их прослойка воды при некоторой критической толщине прорывается и происходит их слипание. Далее эта пара поднимается на поверхность воды, где множество пузырьков образует пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде. Полученный флотошам направляется на обезвоживание, а стоки поступают на биологическую очистку [3,11].

На станции биологической очистки сточные воды очищают с помощью способности микроорганизмов активного ила использовать такие загрязняющие вещества, как БПК, аммонийный азот, нитраты, в качестве пищи - органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода. В настоящее время на винодельческих предприятиях используют аэробные и аноксидные методы очистки. Их разница заключается в необходимом для осуществления работы уровне кислорода.

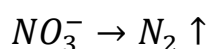
Аэробные установки требуют достаточного количества кислорода – с его помощью микроорганизмы окисляют аммонийный азот до нитратов. Этот процесс назван нитрификацией (формула 1). Для поддержания необходимого уровня концентрации микроорганизмов в сточной воде большую часть нитратов и некоторое количество активного ила перекачивают в аноксидную

зону. Другая часть биологически очищенной аэробным способом сточной воды отправляется на доочистку с помощью аноксидной очистки.



Формула 1. Процесс нитрификации в аэробной зоне

При аноксидном процессе происходит очищение воды от нитратов и БПК. В установке наблюдается недостаточное количество кислорода, в результате чего микроорганизмы вместо свободного кислорода поглощают кислород, содержащийся в нитратах. На выходе получается газообразный азот. Такой процесс назван денитрификацией (формула 2).



Формула 2. Процесс денитрификации в аноксидной зоне

Заключительным этапом биологической очистки является использование вторичного отстойника, способствующего сбору нерастворенных (взвешенных) веществ для отделения активного ила от очищенных сточных вод [5].

В дальнейшем доочистка осуществляется посредством тонкой фильтрации и обеззараживания воды. Обеззараживание воды осуществляют либо с помощью ультрафиолетового облучения, либо с помощью хлорирования. Применение ультрафиолетового облучения при обеззараживании сточных вод позволяет полностью отказаться от хлорирования. Это исключает излишние затраты на дехлорирование. Помимо этого, данный способ позволяет исключить негативное влияние на состояние водоемов. Однако, некоторые бактерии могут обладать устойчивостью к УФ-излучению, поэтому применяется метод хлорирования. Это химический метод обеззараживания, заключающийся во введении в стоки определенного количества хлорсодержащих реагентов. В свою очередь, они приводят к протеканию процессов окисления органических веществ и смертельны для микроорганизмов. Хлорирование имеет большую популярность из-за простоты использования, низкой стоимости и достаточно высокой результативности.

На выходе с доочистки мы получаем очищенную, пригодную для дальнейшего использования воду.

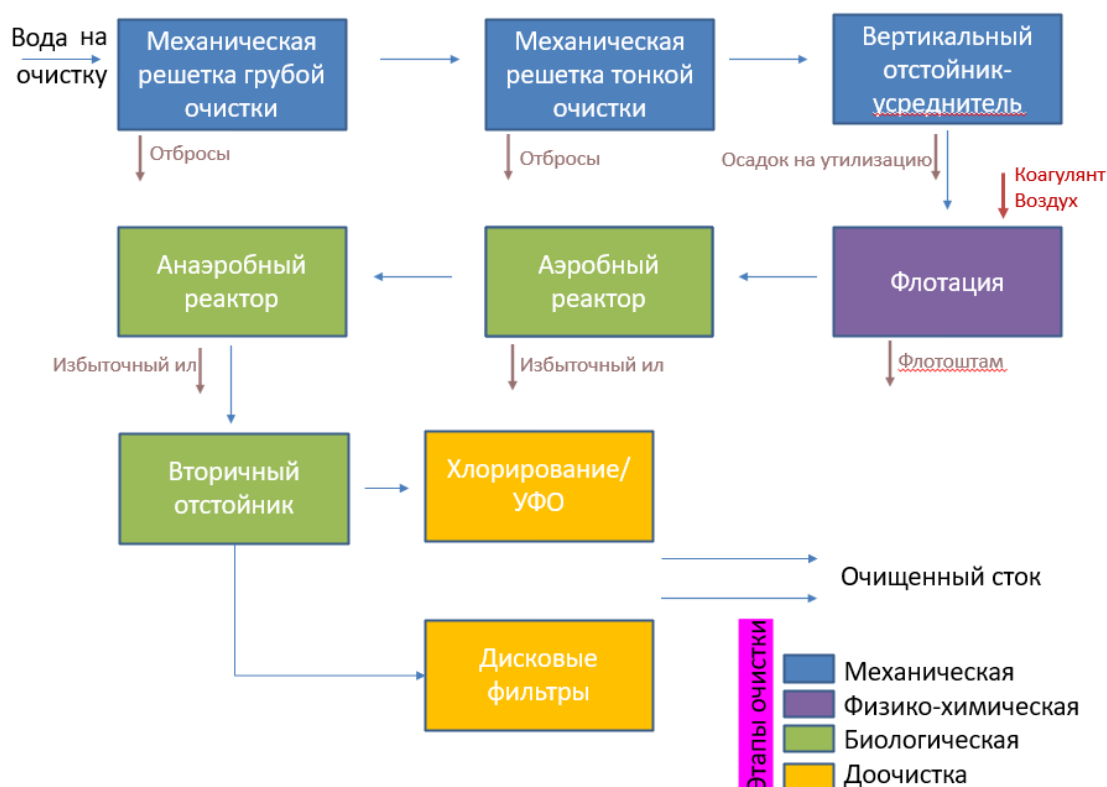


Схема 2. Технология очистки воды по этапам

Заключение. Очистка сточных вод винодельческих предприятий является важной экологической и технологической задачей, требующей комплексного подхода. Проведенный анализ показал, что сточные воды данной отрасли характеризуются высоким уровнем загрязненности органическими веществами, коллоидными и взвешенными частицами, а также сезонными колебаниями объема и состава. Современные методы очистки, включая механическую, физико-химическую и биологическую стадии, обеспечивают эффективное снижение концентрации загрязняющих веществ, соответствуя требованиям экологической безопасности.

Особое значение в винодельческой промышленности приобретает использование биологических методов очистки, таких как аэробные и анаэробные технологии, которые демонстрируют высокую эффективность при обработке сточных вод с высоким содержанием органики. Внедрение технологий доочистки и обеззараживания, таких как ультрафиолетовое

облучение и хлорирование, позволяет минимизировать экологический ущерб и обеспечить повторное использование воды в производственных процессах.

Таким образом, оптимизация методов очистки сточных вод винодельческих предприятий не только способствует охране окружающей среды, но и обеспечивает устойчивое развитие агропромышленного комплекса в условиях растущей экономической и экологической ответственности.

Список источников

1. Гладченко М. А. Биологическая очистка сточных вод заводов первичного виноделия. Гладченко М. А., Скляр В. И., Щербаков С. С., Калюжный С.В. // Виноград и вино России. -1999. С. 24–27.

2. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды: учеб. пособие / Э.К. Голубовская. - М.: Высшая школа, 1978. - 266 с.

3. Крусир Г. В., Дубровин В. А., Полищук В. Н., Дубовик А. А., Соколова И. Ф. Исследование метаногенеза сточных вод предприятий первичного виноделия // ВЕЖПТ. 2014. №10 (70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metanogeneza-stochnyh-vod-predpriyatij-pervichnogo-vinodeliya> (дата обращения: 01.09.2024).

4. Комаров. В.И. Проблемы экологии в пищевой промышленности [Текст] В. И. Комаров. Т. А. Мануйлова Экология и промышленность России. -2002.- №6. С.34.

5. Лоренц В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности/ В. И. Лоренц. - Киев: Будівильник, 1972. - 188с.

6. Малий В. А. Анализ современных методов и инструментов государственной поддержки агропромышленного комплекса // Известия КГТУ. 2018. №48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-metodov-i-instrumentov-gosudarstvennoy-podderzhki-agropromyshlennogo-kompleksa> (дата обращения: 01.09.2024).

7. Скоробогатов Михаил Владимирович, Захарова Алёна Геннадьевна Особенности развития винодельческой отрасли России в современных

условиях // Экономика и экологический менеджмент. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-vinodelcheskoy-otrasli-rossii-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 01.09.2024).

8. Официальный сайт республики Крым [Электронный ресурс]. // <https://rk.gov.ru/> (дата обращения 01.09.2024).

9. Официальный сайт компании Милеста [Электронный ресурс]. // <https://milesta.ru/> (дата обращения 01.09.2024).

10. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. // <http://www.gks.ru> (дата обращения 01.09.2024).

11. Экологические аспекты уязвимости концепции Smart City / К. Ф. Шакиров, В. В. Ерофеева, С. Л. Яблочников [и др.] // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 26–27 апреля 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 205-208.

12. Shakirov K.F., Erofeeva V.V., Yablochnikov S.L. [et al.] Ecological aspects of vulnerability of the Smart City concept // Russian Cities: Problems of Construction, Engineering, Landscaping and Ecology: Collection of articles from the XXIII International Scientific and Practical Conference, Penza, April 26-27, 2021. Penza: Penza State Agricultural University, 2021. P. 205-208.