

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: Адсорбционная очистка сточных вод от пищевых красителей.

Стр. 67, рис. 7, табл. 32, библиограф. назв. 34.

АДСОРБЦИЯ, ОЧИСТКА ВОДЫ, АДСОРБЕР, АДСОРБЕНТ, ПИЩЕВЫЕ СИНТЕТИЧЕСКИЕ КРАСИТЕЛИ.

Составлен аналитический обзор литературы по очистке сточных вод от пищевых красителей. Изучены процессы адсорбции при использовании различных адсорбентов.

Описан технологический процесс адсорбционной очистки сточных вод от пищевых красителей.

Произведен технологический и энергетический расчет основного оборудования. На основании расчетов по адсорбции предложены методы очистки вредных и опасных веществ производства.

Разработаны мероприятия по автоматизации процесса адсорбции, контролю основных параметров процесса (уровень, температура, давление, концентрация).

При выполнении технико-экономических расчетов определены капитальные затраты, заработная плата производственных рабочих, составлен смета затрат на материалы, энергию, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховые расходы. На основании всех затрат получена калькуляция.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технологическая часть.....	9
1.1.1 Общие сведения об адсорбции и адсорбентах.....	9
1.1.2. Общая характеристика пищевых красителей.....	11
1.1.3. Исследование адсорбции различных красителей из модельных растворов.....	12
1.2 Схема адсорбера.....	26
1.3 Расчетная часть.....	27
2 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.....	31
2.1 Экологическая опасность веществ и растворов, используемых в исследовательской работе.....	31
2.2 Воздействие компонентов растворов и веществ, используемых в исследовательской работе, на окружающую среду.....	33
3 Охрана труда и техника безопасности.....	40
3.1 Характеристика и анализ вредных и опасных производственных факторов.....	40
3.2 Производственная санитария.....	40
3.2.1 Вредные вещества.....	41
3.2.2 Микроклимат.....	42
3.2.3 Вентиляция, отопление и кондиционирование.....	42
3.2.4 Шум и вибрация.....	43
3.2.5 Освещение.....	44
3.3 Техника безопасности.....	45
3.4 Электробезопасность.....	47
3.5 Пожарная безопасность.....	48

4 Контрольно-измерительные приборы и автоматика.....	51
4.1 Описание технологического процесса.....	52
4.2 Анализ объекта управления.....	53
4.3 Обоснование выбора средств автоматизации.....	54
5. Технико-экономические расчеты.....	58
5.1 Краткое описание процесса производства.....	58
5.2 Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего на 2020 год.....	59
5.3 Расчет дополнительных исходных данных.....	59
5.4 Расчет затрат на материалы и энергию.....	60
5.5 Расчет годового фонда заработной платы основных производственных рабочих.....	61
Заключение.....	64
Список литературы.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность является одной из самых перспективных и быстро развивающихся отраслей промышленности. Сегодня производители должны выпускать обширный ассортимент товаров и создавать новые продукты, учитывая запросы потребителей. Чтобы выжить на мировом рынке необходимо развивать производство и сокращать затраты за счет повышения эффективности производственного процесса.

Пищевая промышленность является одной из крупнейших отраслей народного хозяйства. Ее главной задачей является удовлетворение потребностей людей в пищевых продуктах высокого качества и разнообразие ассортимента. Решение этой задачи осуществляется в основном на основе роста производительности труда, ускорение научно-технического прогресса, возможно, снижение цен на сырье, увеличение скорости оборота капитала, совершенствование труда и производства. При массовом производстве продуктов питания решающая роль принадлежит технологическому процессу.

Современная пищевая отрасль, выпускающая пищевые продукты, должна характеризоваться достаточно высоким уровнем техники, технологий и организации производства, наличием крупных специализированных предприятий и производственных объединений. Должно обязательно происходить совершенствование пищевого производства, что само собой предусматривается внедрения использования пищевых красителей, для придания выпускаемой продукции более привлекательного вида.

Синтетические пищевые красители широко используются в большом количестве продуктов питания, лекарственных препаратах с целью улучшения их внешнего вида или для восстановления первоначальной окраски, утраченной в процессе технологической обработки. Они обладают хорошей окрашивающей способностью и устойчивостью к изменениям температуры, света, кислотности среды.

К примеру, почти вся мясная продукция, выпускаемая мясокомбинатами, активно использует пищевые красители, для придания ей удовлетворительного вида. Иначе, настоящий цвет продукции не способствует появлению аппетита у человека в связи с тем, что человек 21-го века привык кушать (потреблять) только красивую на вид пищу. Увы, но это происходит из-за того, что в настоящее время каждое производство активно рекламирует реализуемую продукцию. В рекламе, без которой не возможен ход торговли, снимаются известные актеры, которые представляют нам продукт так, что его просто хочется попробовать [8].

Кондитерская промышленность использует пищевые красители в основном, при приготовлении тортов и пирожных, которые украшают разноцветными мастиками, глазурью и масляными кремами. Это делается с той целью, что на такую продукцию обратит внимание почти каждый ребенок, и конечно, захочет попробовать её на вкус. Различные газировки, соки и конфеты при их многообразии цветовой гаммы также не остаются без внимания тех же детей, а иногда и взрослых. Всем нам хорошо известно, что некоторые цвета ассоциируются у нас с определенным вкусом: желтый – вкус лимона; зеленый – вкус яблока и т.д. Маркетологи активно

используют эту ассоциативность, и мы охотно покупаем такую продукцию (сладости, напитки) [8].

Фармацевтическая промышленность использует пищевые красители в производстве сиропов, твердых и мягких желатиновых капсул, прессованных таблеток и их оболочек.

Из всего сказанного, можно сделать вывод, что без пищевых красителей промышленность обойтись не может. Выявлено, что пищевые красители в малых количествах не могут нанести огромного вреда на организм человека, так как их содержание в продукции очень мало (общее количество в пределах от 10 до 100 мг красителя на 1 кг готового продукта). Но при производстве, когда речь идёт о сотнях, а то и о тысячах килограмм производимой продукции стоит задуматься о существовании отходов производства.

Отходы производства в виде сточных вод образуются в связи с тем, что технологический регламент любого пищевого производства предусматривает мойку и дезинфекцию инвентаря, посуды и технологического оборудования. В основном мойка осуществляется чистой водой, которая после промывки превращается в сточные воды (отход производства).

Всё было бы не так плохо, если бы предприятие, использующее пищевые красители, сами бы перерабатывали сточные воды. Но пищевые красители не относятся к веществам, которые запрещено сливать в водоемы без предварительной обработки. В связи с этим, каждое предприятие может сливать сточные воды в любом количестве. В итоге, сточных вод образуется настолько много, что при длительном их накоплении, они могут нанести колоссальный ущерб окружающей среде. Сами по себе пищевые красители безвредны, но в больших количествах могут вызвать

расстройство пищеварительного тракта или вызывать аллергическую реакцию. Ещё известно, что в Европейских странах запрещены к применению некоторые пищевые красители, которые разрешены в Российской Федерации. Всё-таки стоит в связи с этим, организовать очистку сточных вод от пищевых красителей.

Существуют различные методы очистки промышленных сточных вод. Их классифицируют следующим образом:

- очистка от твердых частиц (процеживание, отстаивание, механическое разделение, фильтрование);

- очистка от маслопродуктов (отстаивание, механическое разделение, флотация, фильтрование);

- очистка от растворимых примесей (экстракция, сорбция, нейтрализация, электрокоагуляция, озонирование, кондиционирование и обезвоживание);

- очистка от органических примесей (применение искусственных и естественных сооружений) [33].

Пищевой краситель – органическая соль, хорошо растворимая в воде. Из этого следует, что очистка воды будет производиться от растворимых примесей. Рациональнее всего применить сорбционный метод, а точнее адсорбционный метод очистки сточной воды от пищевого красителя. По сравнению с другими методами, адсорбционный метод не требует огромного внимания к процессу. Нет необходимости постоянно контролировать давлением и температурой процесса, так как процесс протекает при стандартных условиях. А так же простота конструкции адсорбционной установки и её высокая эффективность позволяют получить материальную выгоду в процессе производства. Другие же методы являются более материально затратными, так как для их реализации требуется

значительно большего затраты на время расчета. В связи с этим, эффективность других методов становится меньше, по сравнению с адсорбционным методом очистки.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1.1 Общие сведения об адсорбции и адсорбентах

Адсорбция – это процесс избирательного поглощения газов или паров из их смесей или поглощение примесей из жидкостей твёрдыми материалами – адсорбентами. Физическая адсорбция вызывается силами молекулярного взаимодействия. При химической адсорбции молекулы поглощаемого вещества вступают в химическую реакцию с молекулами на поверхности адсорбента. В промышленной практике наиболее широко используется физическая адсорбция [11].

Адсорбент – это высокодисперсные природные материалы или искусственные материалы с большой удельной поверхностью, на которой происходит адсорбция веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей.

Адсорбтив – это поглощаемое вещество, которое ещё находится в объёме фазы.

Адсорбат – это поглощённое вещество адсорбентом из объёма фазы.

Десорбция – обратный процесс адсорбции.

Процесс адсорбции может протекать как быстро, так и медленно, всё зависит от природы адсорбента и адсорбируемого вещества. Например, в химической технологии широкое распространение получил активированный уголь, оксид алюминия, полимерные материалы.

Большинство промышленных адсорбентов отличается «ажурной» внутренней структурой, включающей поры различного размера. При этом решающее влияние на адсорбционную способность и скорость поглощения оказывает

содержание мелких пор в единице объема или массы адсорбента. В зависимости от размеров поры подразделяют на три типа: микро-, мезо- (переходные) и макропоры.

Микропоры – наиболее мелкие поры, имеют размеры, соизмеримые с размерами адсорбируемых молекул. Их эффективные радиусы находятся в интервале от 5 до 15 Å. Суммарный объем промышленных адсорбентов обычно не превышает 0,5 см³/г. Характерной чертой адсорбции в микропорах является существенное повышение энергии адсорбции по сравнению с адсорбцией в более крупных порах. Например, при одинаковом количестве поглощенного вещества активным углем с микропорами и макропористой активной сажой энергия адсорбции в первом случае в 1,7 раза больше, чем во втором. В случае поглощения паров (или газов) повышение энергии адсорбции в микропорах приводит к резкому возрастанию адсорбционной способности в области малых равновесных давлений. В таких промышленных адсорбентах, как активные угли или синтетические цеолиты, размеры микропор соизмеримы с размерами промежутков между порами, образованных веществом адсорбента. Это приводит к тому, что все атомы или молекулы вещества адсорбента находятся во взаимодействии с молекулами адсорбата в микропорах, то есть во всем пространстве микропор существует поле адсорбционных сил. В этом заключается основное отличие адсорбции в микропорах от адсорбции в более крупных порах. Адсорбция в микропорах сводится к объемному заполнению адсорбционного пространства микропор адсорбируемыми молекулами. Основными параметрами микропор являются их объем и обобщенная характеристика их размеров.

Переходные поры (мезопоры) – это поры, заполняющиеся в результате капиллярной конденсации пара вещества. Эффективные радиусы мезопор гораздо больше размеров адсорбируемых молекул и колеблются от 15 до 1000-2000 Å. Стенки таких пор образованы очень большим числом атомов или молекул вещества адсорбента. Для этого случая приобретает физический смысл понятие о поверхности раздела фаз, то есть о поверхности пор адсорбента. Обычно поверхность адсорбента относят к единице его массы и пользуются понятием удельной поверхности. Для мезопор действие адсорбционных сил проявляется не во всем их объеме, а только на небольшом расстоянии от стенок. Поэтому на поверхности пор происходит мономолекулярная или полимолекулярная адсорбция паров, то есть образование последовательных адсорбционных слоев, завершающееся заполнением пор по механизму капиллярной конденсации. Основными параметрами переходных пор являются удельная поверхность, объем пор и функция распределения объема пор по размерам. В зависимости от количества пор и их радиусов удельные поверхности мезопористых адсорбентов могут находиться в интервале от 10 до 500 м²/г. С помощью переходных пор осуществляется подвод вещества к микропорам, и их еще называют транспортными порами.

Макропоры имеют эффективные радиусы больше 1000-2000 Å. Их удельная поверхность очень мала от 0,5 до 2 м²/г, вследствие чего адсорбцией на поверхности этих пор можно пренебречь. Объем макропор у активных углей составляет от 0,2 до 0,8 см³/г.

Некоторые макропористые адсорбенты применяются в хроматографии, где адсорбируются органические вещества,

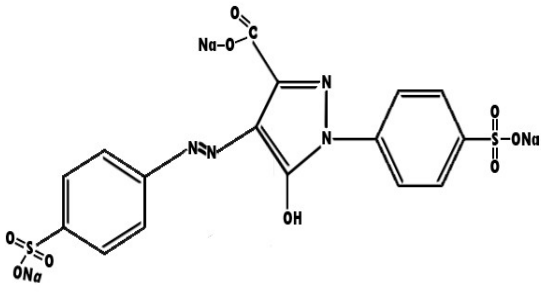
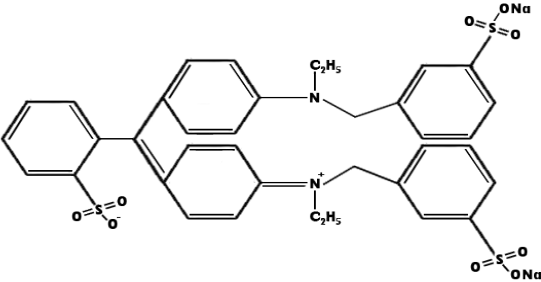
имеющие молекулы большого размера. К переходнопористым адсорбентам принадлежит большое число силикагелей, алюмогелей, алюмосиликатных катализаторов, а также многие виды природных глин, применяемых для удаления относительно крупных молекул из различных жидких сред, например, при очистке масел. Типичными представителями микропористых адсорбентов являются дегидратированные кристаллические алюмосиликаты – цеолиты и некоторые типы активных углей. Подавляющее большинство промышленных адсорбентов, применяемых для очистки газов и рекуперации паров, например, активные угли и силикагели, содержат широкую гамму пор различного размера и относятся к смешанным структурным типам. [30]

1.1.2. Общая характеристика пищевых красителей

Пищевые синтетические красители относятся к группе канцерогенных веществ, вызывающих негативные последствия для здоровья человека, являются провокаторами различных аллергических реакций. В данное время самыми распространёнными красителями являются красный, жёлтый и синий. Их формулы представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Формулы различных красителей

Краситель	Формула	Структурное строение
Красный (кармуазин, E122)	$C_{20}H_{12}O_7N_2Na_2S$ 2	

<p>Желтый (тартразин E102)</p>	<p>$C_{16}H_9O_9N_4Na_3S_2$</p>	
<p>Синий (E133)</p>	<p>$C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S$ 3</p>	

Синтетические пищевые красители, которые не имеют естественных аналогов, называются *искусственными* (азокрасители, трифенил-метановые, индигоидные, хинолиновые). Красный и желтый относятся к азокрасителям. Синий же, в свою очередь, относится к трифенил-метановым красителям.

В данной работе расчет адсорбера будем производить при условии, что в сточной воде присутствует всего лишь один краситель. Выбираем красный краситель (кармуазин), так как в пищевой промышленности его используют чаще других (например, в мясной, кондитерской, фармацевтической и других отраслях промышленности). Реже используют желтый и синий красители.

1.1.3. Исследование адсорбции различных красителей из модельных растворов

Исследование адсорбционной способности различных красителей производилось в лаборатории [15, 16, 17, 18]. Использовались растворы красителей различной концентрации, которые получали следующим образом. На весах взвешивали 0,1 г красителя. Затем его растворяли в 100 мл дистиллированной воды, получая при этом раствор с концентрацией 1 г/л. Далее из полученного (начального) раствора при помощи пипетки отмеряли 1, 2, 5, 10, 15 мл и помещали в разные колбы на 50 мл. разбавляли помещенный в эти колбы определенный объем до 50 мл дистиллированной водой. Расчет концентрации для каждой колбы производили по формуле (1.1)

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_2} \quad (1.1)$$

где V_1 – объем начального раствора, помещенного в колбу, мл;

C_1 – концентрация начального раствора, г/л;

V_2 – объем колбы, мл;

C_2 – концентрация после разбавления, г/л.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 1}{50} = 0,02 \text{ г/л};$$

$$C_2 = \frac{2 \cdot 1}{50} = 0,04 \text{ г/л};$$

$$C_3 = \frac{5 \cdot 1}{50} = 0,10 \text{ г/л};$$

$$C_4 = \frac{10 \cdot 1}{50} = 0,20 \text{ г/л};$$

$$C_5 = \frac{15 \cdot 1}{50} = 0,30 \text{ г/л}.$$

Рассчитав концентрации для каждой колбы, составляем таблицу 1.2, в которую занесем полученные результаты расчетов

Таблица 1.2 – Концентрации растворов в каждой колбе

Колба	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---

Объем начального раствора, помещенного в колбу, мл	1	2	5	10	15
Концентрация полученного раствора, г/л	0,0 2	0,0 4	0,1 0	0,2 0	0,3 0

Так как в работах [15, 16, 17, 18] использованы 3 вида пищевых красителя: красный E122, желтый E102 и синий E133, то необходимо для каждого раствора красителя определить максимальную длину волны, чтобы при этой максимальной длине волны найти оптическую плотность каждого раствора. Определение происходит с использованием раствора, концентрация которого составляет 0,04 г/л (колба 2). Результат зависимости величины оптической плотности (D) от длин волны (λ) для каждого красителя представлены в таблицах 1.3, 1.4 и 1.5. Также на рисунках 1.1, 1.2 и 1.3 представлены результаты определения величины максимального поглощения света λ_{max} для каждого красителя.

Таблица 1.3 – Зависимость величины оптической плотности от длины волн для желтого красителя

λ , нм	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470
D	0,03 7	0,05 2	0,06 9	0,08 4	0,09 8	0,10 7	0,11 4	0,11 5	0,11 0	0,10 0	0,07 7	0,05 6

Таблица 1.4 – Зависимость величины оптической плотности от длины волн для красного красителя

λ , нм	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620
D	0,02 2	0,02 6	0,04 3	0,06 7	0,08 5	0,09 5	0,08 2	0,06 1	0,02 3	0,00 3	0,00 0

Таблица 1.5 – Зависимость величины оптической плотности от длины волн для синего красителя

λ , нм	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
D	0,02 6	0,02 8	0,03 3	0,03 8	0,04 8	0,05 4	0,04 8	0,03 6	0,02 5	0,01 8	0,01 5	0,01 2

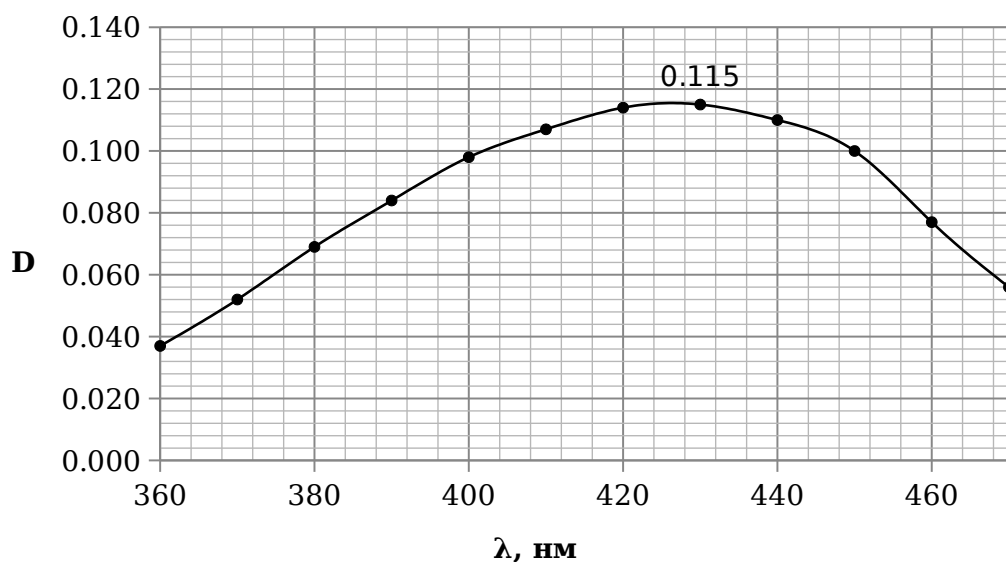


Рисунок 1.1 – Определение величины максимального поглощения света λ_{\max} для желтого красителя

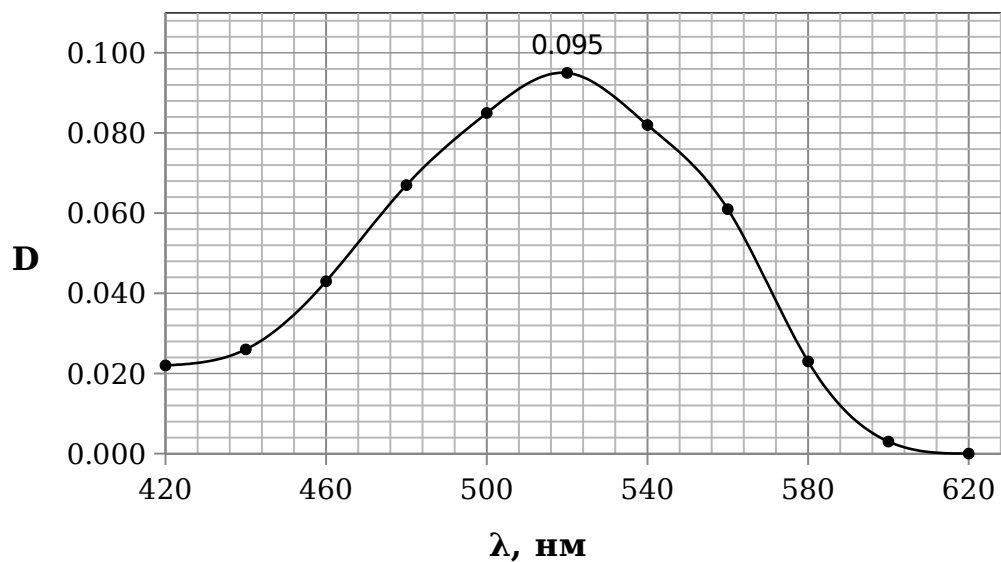


Рисунок 1.2 – Определение величины максимального поглощения света λ_{\max} для красного красителя

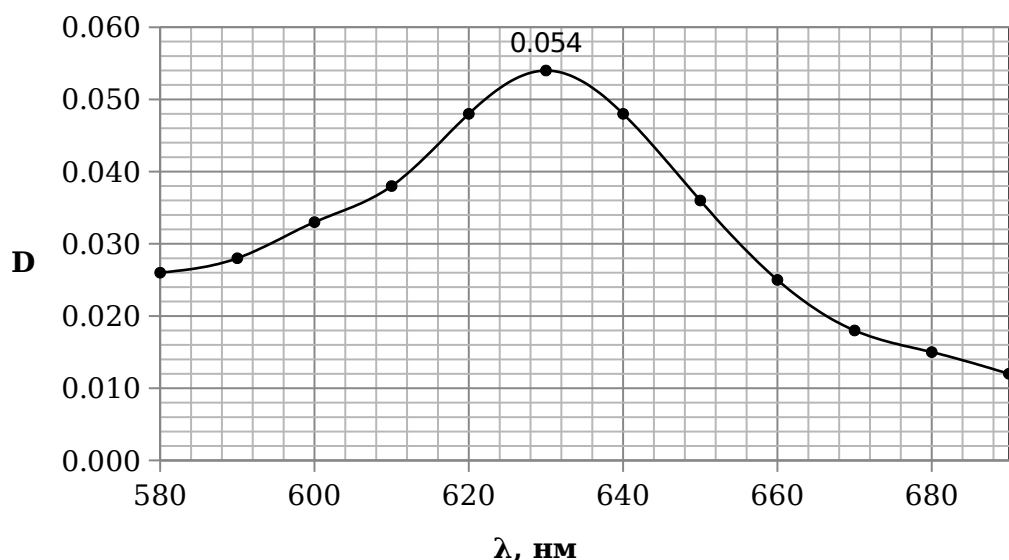


Рисунок 1.3 – Определение величины максимального поглощения света λ_{\max} для синего красителя

В работе использовался прибор для измерения оптической плотности – спектрофотометр ПЭ-5300ВИ. Он представляет собой стационарный настольный лабораторный прибор, состоящий из оптико-механического и электронного узлов, установленных в корпусе. Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ построен по однолучевой схеме. В приборе используется монохроматор с дифракционной решеткой. В качестве источника излучения применена галогенная лампа, а в качестве приемника – кремниевый фотодиод. Вывод результатов измерений осуществляется на жидкокристаллический графический индикатор. На спектрофотометре ПЭ-5300ВИ установлен трёхпозиционный кюветодержатель. Размер одной кюветы: $22 \times 12 \times 22$ мм (Д × Ш × В). На рисунке 1.4 представлена функциональная схема спектрофотометра.

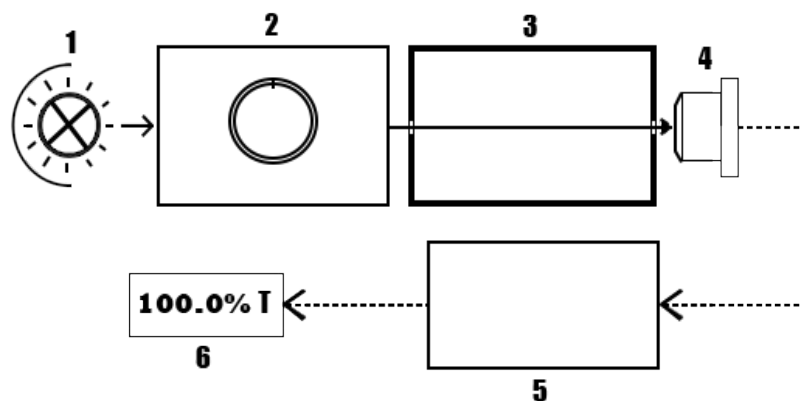


Рисунок 1.4 - Функциональная схема спектрофотометра: 1 - галогенная лампа; 2 - монохроматор; 3 - кюветное отделение; 4 - детектор для регистрации света; 5 - преобразователь сигнала; 6 - цифровой индикатор (дисплей).

Принцип действия фотометра основан на сравнение светового потока Φ_0 , прошедшего через раствор сравнения (контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение) и светового потока Φ , прошедшего через исследуемую среду. Световые потоки Φ_0 и Φ преобразуются фотоприемником в электрические сигналы I_0 и I . По величинам этих сигналов микропроцессором спектрофотометра рассчитывается и отображается на дисплей результат измерений в виде коэффициента пропускания, оптической плотности или концентрации в зависимости от выбранного режима измерения. предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении составляет $\pm 0,5\%$.

В качестве адсорбентов были использованы активированный уголь, оксиды магния и алюминия, карбонат кальция и полисорбент «Сорбифорт» (белый уголь). Белый уголь представляет собой прессованную таблетку, состоящую из микроцеллюлозы с аморфным кремнием. Соотношение микроцеллюлозы к аморфному кремнию примерно 4:1.

Ход работы заключается в следующем: на весах взвешиваем 1 грамм адсорбента, помещаем (ссыпаем) его в коническую колбу на 200 мл и приливаем в эту колбу раствор красителя с определенной концентрацией. Время адсорбции – 30 минут. Каждые 4-6 минут перемешиваем содержимое конической колбы. По истечению времени фильтруем содержимое конической колбы как показано на рисунке 1.5.

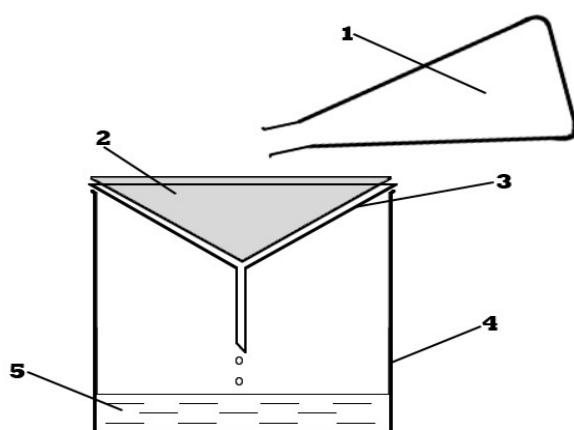


Рисунок 1.5 – Фильтрация раствора: 1 – коническая колба; 2 – бумажный фильтр; 3 – стеклянная воронка; 4 – цилиндрический стеклянный стакан; 5 – отфильтрованный раствор.

У полученного отфильтрованного раствора измеряем оптическую плотность. По графику зависимости оптической плотности от концентрации раствора красителя определяем остаточную концентрацию красителя в растворе. Заносим полученный результат в таблицу результатов (для каждого раствора красителя своя отдельная таблица), определяя при этом разность концентрации красителя до и после адсорбции, а также находим степень очистки Ст.О по формуле 1.2

$$Ст.О = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \cdot 100, \% \quad (1.2)$$

где C_0 – концентрация до адсорбции, г/л;

C – концентрация после адсорбции, г/л.

Степень очистки показывает, какая доля красителя адсорбируется на адсорбенте. По этому показателю можно судить об эффективности того или иного адсорбента.

Построение графика зависимости оптической плотности от концентрации красителя в растворе выполняется следующим образом. У пяти растворов с различной концентрацией красителя измеряется оптическая плотность при определенной максимальной длине волны (для каждого красителя она имеет определенной значение). Пусть мы получили 5 произвольных значений ($a;b;c;e;f$). Каждое из этих значение больше другого (так как концентрация раствора всегда увеличивается). Тогда получаем таблицу 1.6

Таблица 1.6 – Пример таблицы для построения графика зависимости оптической плотности от концентрации раствора красителя

Колба	1	2	3	4	5
Концентрация , г/л	0,020	0,040	0,100	0,200	0,300
D_0	a	b	c	e	f

Пример построения по полученным данным графика (рисунок 1.6). Добавляем линейную линию тренда, которая должна пересекаться с осью Y в точке $(0;0)$. Линия тренда необходима для нахождения концентрации после адсорбции.

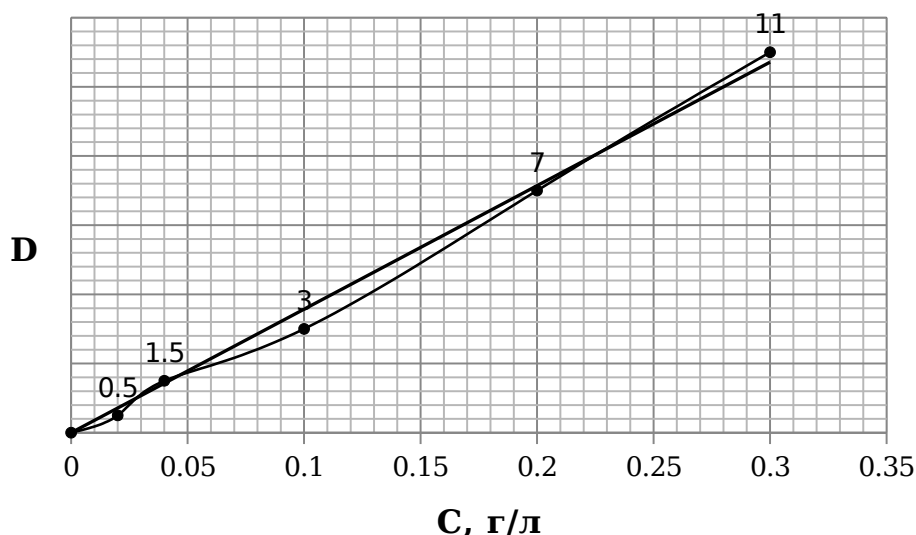


Рисунок 1.6 – Пример графика зависимости оптической плотности от концентрации раствора красителя.

Ниже будут представлены таблицы результатов опытов для каждого красителя. Таблицы 1.7, 1.8 и 1.9 – адсорбент активированный уголь; таблицы 1.10, 1.11 и 1.12 – адсорбент окись магния; таблицы 1.13, 1.14 и 1.15 – адсорбент оксид алюминия; таблицы 1.16, 1.17 и 1.18 – адсорбент карбонат кальция.

Таблица 1.7 – Исходные данные и результаты эксперимента для желтого красителя (активированный уголь)

Колба	1	2	3	4	5
C_0 , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,01 5	0,01 8	0,04 6	0,10 0	0,17 8
D_0	0,06 5	0,11 5	0,29 0	0,60 0	0,89 7
D	0,04 7	0,05 9	0,14 0	0,32 9	0,56 1
Ст.О, %	25,0	55,0	54,0	50,0	40,7

Таблица 1.8 – Исходные

Таблица 1.12 – Исходные данные и результаты эксперимента для синего красителя (окись магния)

Колба	1	2	3	4	5
C_0 , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,00 8	0,00 8	0,02 7	0,06 5	0,11 8
D_0	0,13 9	0,28 4	0,70 3	1,35 8	1,83 0
D	0,05 0	0,05 0	0,17 4	0,41 2	0,75 5
Ст.О, %	60,0	80,0	73,0	67,5	60,7

Таблица 1.13 – Исходные

данные и результаты эксперимента для красного красителя (активированный уголь)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,01 7	0,02 4	0,06 8	0,15 6	0,19 9
D_o	0,04 8	0,09 5	0,22 9	0,44 5	0,56 2
D	0,04 0	0,05 7	0,13 5	0,35 5	0,44 8
Ст.О, %	15,0	40,0	32,0	22,0	33,7

Таблица 1.9 – Исходные данные и результаты эксперимента для синего красителя (активированный уголь)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,00 2	0,01 0	0,04 2	0,11 1	0,18 8
D_o	0,14 2	0,28 0	0,72 6	1,41 7	1,98 9
D	0,01 3	0,06 8	0,28 4	0,75 6	1,28 2
Ст.О, %	90,0	75,0	58,0	44,5	37,3

Таблица 1.10 – Исходные данные и результаты эксперимента для желтого красителя (окись магния)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,10 0	0,20 0	0,30 0	0,40 0	0,60 0
C , г/л	0,00 7	0,00 5	0,00 7	0,00 9	0,02 4
D_o	0,20 2	0,42 4	0,66 5	0,90 3	1,31 3
D	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05

данные и результаты эксперимента для желтого красителя (оксид алюминия)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,29 0	0,37 0	0,33 3	0,41 8	0,40 9
D_o	0,00 8	0,01 5	0,03 6	0,06 9	0,10 6
D	0,10 2	0,13 0	0,11 7	0,14 7	0,14 4
Ст.О, %	- 1349, 7	- 823, 8	- 232, 6	- 108, 9	- 36,4

Таблица 1.14 – Исходные данные и результаты эксперимента для красного красителя (оксид алюминия)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,09 7	0,10 7	0,18 5	0,24 9	0,32 5
D_o	0,01 5	0,03 2	0,05 9	0,15 5	0,23 6
D	0,07 5	0,08 2	0,14 2	0,19 2	0,25 0
Ст.О, %	- 387, 3	- 166, 4	- 84,5	- 24,7	-8,3

Таблица 1.15 – Исходные данные и результаты эксперимента для синего красителя (оксид алюминия)

Колба	1	2	3	4	5
C_o , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
C , г/л	0,02 3	0,04 6	0,11 1	0,21 0	0,29 9
D_o	0,12 8	0,28 0	0,70 0	1,35 0	1,94 0
D	0,15	0,30	0,73	1,38	1,97

	5	0	5	0	2
Ст.О, %	93,0	97,5	97,7	97,8	96,0

Таблица 1.11 - Исходные данные и результаты эксперимента для красного красителя (окись магния)

Колба	1	2	3	4	5
С _о , г/л	0,10 0	0,20 0	0,30 0	0,10 0	0,60 0
С, г/л	0,00 7	0,02 9	0,00 7	0,01 6	0,02 4
D _о	0,34 6	0,67 0	0,98 7	1,26 1	1,76 3
D	0,02 0	0,08 8	0,02 3	0,05 0	0,07 4
Ст.О, %	93,0	85,5	97,7	96,0	96,0

Таблица 1.17 - Исходные данные и результаты эксперимента для красного красителя (карбонат кальция)

Колба	1	2	3	4	5
С _о , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
С, г/л	0,07 8	0,07 1	0,14 9	0,17 9	0,26 7
D _о	0,07 5	0,13 8	0,31 5	0,60 0	0,90 0
D	0,23 5	0,21 4	0,45 0	0,54 0	0,80 6
Ст.О, %	- 289, 4	- 77,3	- 49,1	10,5	11,0

	2	2	3	1	2
Ст.О, %	- 15,3	- 14,6	- 11,2	-4,8	0,3

Таблица 1.16 - Исходные данные и результаты эксперимента для желтого красителя (карбонат кальция)

Колба	1	2	3	4	5
С _о , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
С, г/л	0,03 4	0,06 6	0,11 3	0,20 8	0,29 5
D _о	0,06 6	0,14 0	0,35 5	0,71 2	1,05 7
D	0,12 0	0,23 3	0,39 9	0,73 4	1,04 4
Ст.О, %	- 69,8	- 64,8	- 12,9	-3,8	1,5

Таблица 1.18 - Исходные данные и результаты эксперимента для синего красителя (карбонат кальция)

Колба	1	2	3	4	5
С _о , г/л	0,02 0	0,04 0	0,10 0	0,20 0	0,30 0
С, г/л	0,04 3	0,05 2	0,13 6	0,21 4	0,29 8
D _о	0,13 8	0,28 0	0,72 9	1,39 8	1,95 8
D	0,28 7	0,34 6	0,91 6	1,43 6	2,00 3
Ст.О, %	- 113, 6	- 28,7	- 36,4	-6,9	0,6

Обратим внимание на то, что в таблицах 1.9 и 1.10 использовались растворы с более высокой концентрацией красителя, а именно для 1.4 и 1.5 колбы концентрация составляла 0,4 и 0,6 г/л соответственно. Это было сделано с той

целью, чтобы найти максимально возможное количество красителя, которое может поглотить адсорбент. Расчет концентраций происходил по формуле (1.1)

$$C_4 = \frac{20 \cdot 1}{50} = 0,40 \text{ г/л}; C_5 = \frac{30 \cdot 1}{50} = 0,60 \text{ г/л}.$$

где C_4 и C_5 – концентрация в 4 и 5 колбе соответственно.

Анализируя результаты всех проведенных опытов, можно сделать вывод о том, что адсорбционная способность синего красителя намного ниже чем у красного и желтого. Исключение составляет лишь тот случай, когда в качестве адсорбента используется активированный уголь, но с увеличением концентрации степень очистки уменьшается. В связи с этим решено было найти адсорбент, который смог бы поглощать синий краситель из раствора в большей мере, по сравнению с активированным углем и окисью магния. Для этого был проведен опыт с использованием полисорбента «Сорбифорт» (белый уголь). Результаты проведенного опыта по исследованию этого адсорбента представлены в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Исходные данные и результаты исследования для синего красителя

Колба	1	2	3	4	5
C_0 , г/л	0,020	0,040	0,100	0,200	0,300
C , г/л	0,024	0,043	0,110	0,210	0,297
D_0	0,134	0,278	0,720	1,400	1,978
D	0,161	0,292	0,746	1,421	2,003
Ст.О, %	-20,0	-7,5	-10,0	-5,0	1,0

Полисорбент «Сорбифорт» (белый уголь) невозможно использовать в качестве адсорбента для адсорбции синего красителя из раствора, так как степень очистки принимает отрицательное значение для всех растворов, кроме последнего. Это свидетельствует о том, что в раствор перешло некоторое

количество адсорбента. Так же было замечено, что процесс фильтрации замедлялся, а в некоторых случаях вовсе прекращался (то есть капля отфильтрованного раствора появлялась спустя 15-20 минут). Это, скорее всего, связано с тем, что в состав полисорбента «Сорбифорт» входит микроцеллюлоза. Она в свою очередь закупоривала поры фильтровальной бумаги. Сам же аморфный диоксид кремния с высокой удельной поверхностью имеет очень маленький размер частиц SiO_2 , которые не могут задерживаться фильтровальной бумагой и свободно проходят через её поры.

Карбонат кальция, используемый в качестве адсорбента пищевых красителей, не показал положительного результата. Из таблиц 1.16, 1.17 и 1.18 видно, что степень очистки почти во всех случаях принимает отрицательное значение. Подобная же ситуация наблюдалась с оксидом алюминия (таблицы 1.13, 1.14 и 1.15), где степень очистки также принимает почти во всех случаях отрицательное значение. Возможно, это связано с тем, что карбонат кальция и оксид алюминия при их использовании, являются высокодисперсными порошками, частицы которых намного меньше пор фильтровальной бумаги. Можно подчеркнуть тот факт, что некоторые частицы карбоната кальция или оксида алюминия имели размер равный размеру молекулы красителя (или меньше).

Для подтверждения вышесказанного был проведен следующий опыт. В 50 мл дистиллированной воды погружалось 1 г оксида алюминия, перемешивалось и фильтровалось с использованием двух фильтров. У полученного отфильтрованного, так называемого раствора, измеряли оптическую плотность, сравнивая с оптической плотностью дистиллированной воды, которая являлась нулем. Длина волны

измерение оптической плотности - 520 нм. Результаты занесены в таблицу 1.20. Видно, что оптическая плотность изменяется почти на одно и то же число. С карбонатом кальция наблюдается подобная ситуация.

Таблица 1.20 - Зависимость перехода частиц оксида алюминия в воду

Длина волны λ , нм.	Оптическая плотность вода, D_0 .	Оптическая плотность Al_2O_3 в воде, D .
520	0,000	0,093
	0,000	0,098
	0,00	0,092

Можно было бы использовать фильтр с более мелкими порами (к примеру, кремниевый фильтр). Но тогда сам фильтр и выступал бы в роли адсорбента, так как он задерживал бы мельчайшие частицы оксида алюминия и карбоната кальция, а также и молекулы красителя, ведь как упоминалось ранее, размеры молекул красителя и адсорбента почти одинаковы.

Переходя к адсорбенту - оксид магния (таблицы 1.10, 1.11 и 1.12) желтый и красный краситель адсорбируется почти на 100 %, при учете абсолютной погрешности измерения, которая составляет $\pm 0,5\%$. Окись магния создает слегка щелочную среду, так как она частично растворяется в воде (гидроксид магния - слабое основание, плохо растворяется в воде). В этом случае можно сказать о том, что рН среды положительно влияет на адсорбцию. Оксид магния очищает воду от красителей лучше, чем другие адсорбенты. Синий же краситель адсорбируется лишь наполовину. Связано это с тем, что молекулярная масса синего красителя больше красного и желтого красителей примерно в 1,5 раза. Размер молекулы синего красителя больше красного и желтого красителя (таблица 1.1).

Из-за того, что размер синего красителя и размер пор адсорбента могут принимать одинаковые значения, то перенос адсорбируемого вещества внутрь зерна адсорбента замедляется или вообще прекращается [3].

Адсорбент – активированный уголь показал невысокий результат (таблицы 1.7, 1.8 и 1.9). Сравнивая его с окисью магния видно, что во всех опытах адсорбционная способность активированного угля ниже. Также можно сказать о том, что рН среды – нейтральная. При малых концентрациях желтого красителя, степень очистки достигала примерно 50 %. Но красный краситель не смог адсорбироваться также, и самая высокая степень очистки наблюдается у раствора с концентрацией 0,04 г/л ($C_{т.О}=40,0\%$).

Рассмотрим термодинамику процесса адсорбции. В таблице 1.21 представлены энтальпии и энергии Гиббса образования для веществ, используемых в проведение опытов [12].

Таблица 1.21 – Энтальпия и энергия Гиббса образования некоторых веществ

Вещество	Энтальпия образования $\Delta H_{f,298}$, кДж/моль	Энергия Гиббса образования $\Delta G_{f,298}$, кДж/моль
активированный уголь	0	0
оксид алюминия (Al_2O_3)	-1676,06	-1582,00
гидроксид алюминия ($Al(OH)_3$)	-1307,20	-1157,00
оксид магния (MgO)	-601,20	-569,60
гидроксид магния ($Mg(OH)_2$)	-924,71	-833,70
карбонат кальция ($CaCO_3$)	-1206,62	-1127,70
гидроксид кальция ($Ca(OH)_2$)	-985,10	-897,10
оксид кремния (SiO_2)	-910,94	-856,67
вода жидкая (H_2O)	-285,83	-237,24

Рассмотрим оксид алюминия и карбонат кальция. Энергия, которая высвобождается в ходе образования этих веществ больше, чем энергии образования их гидроксидов ($Al(OH)_3$ и $Ca(OH)_2$). Значит, никаких химических превращений наблюдаться не будет. Используя эти вещества (карбонат кальция и оксид алюминия) в качестве адсорбентов, процесс адсорбции имеет физический характер (физическая адсорбция).

Энергия образования активированного угля равна нулю (так как это простое вещество), является нейтральным адсорбентом. При использовании его в качестве адсорбента, можно сказать, что возможно образование химических связей между молекулами красителя и адсорбента (частичная хемосорбция). Достаточно сравнить результаты опытов карбоната кальция и оксида алюминия с активированным углем, и увидим, что степень очистки у активированного угля выше, чем для двух адсорбентов.

При использовании окиси магния в качестве адсорбента процесс преимущественно происходит с образованием химических связей (хемосорбция). Из таблицы 1.21 видно, что энергия образования гидроксида магния намного ниже, чем энергия образования оксида магния. Значит, при обычных условиях, окись магния может переходить в гидроксид магния с выделением некоторого количества энергии, которой хватает для того, чтобы связать молекулы красителя с адсорбентом. Подтверждение этих слов можно увидеть в таблица 1.10, 1.11 и 1.12, где степень очистки при использовании оксида магния выше, чем при использовании других адсорбентов, а в некоторых случаях достигает 100 %.

Из выше сказанного можно сделать такой вывод: если энергия образования адсорбента имеет очень низкое значение (примерно от 900 до 1500 *кДж/моль*), то процесс адсорбции имеет физический характер. Если же адсорбент может превращаться в другие вещества в ходе процесса адсорбции, то в большей степени возможна хемосорбция. Диоксид кремния, используемый в качестве адсорбента, является тому подтверждением, где в процессе адсорбции не произошло никаких изменений, а напротив, часть этого адсорбента перешла в раствор в виде мельчайших частиц (таблица 1.19).

1.2 Схема адсорбера

На рисунке 1.7 представлена схема адсорбера, в котором есть два слоя адсорбента, расстояние между которыми 0,5 м. Сточная вода подаётся через ороситель. Загрузка и выгрузка адсорбента проводится через люки, расположенные с боку аппарата.

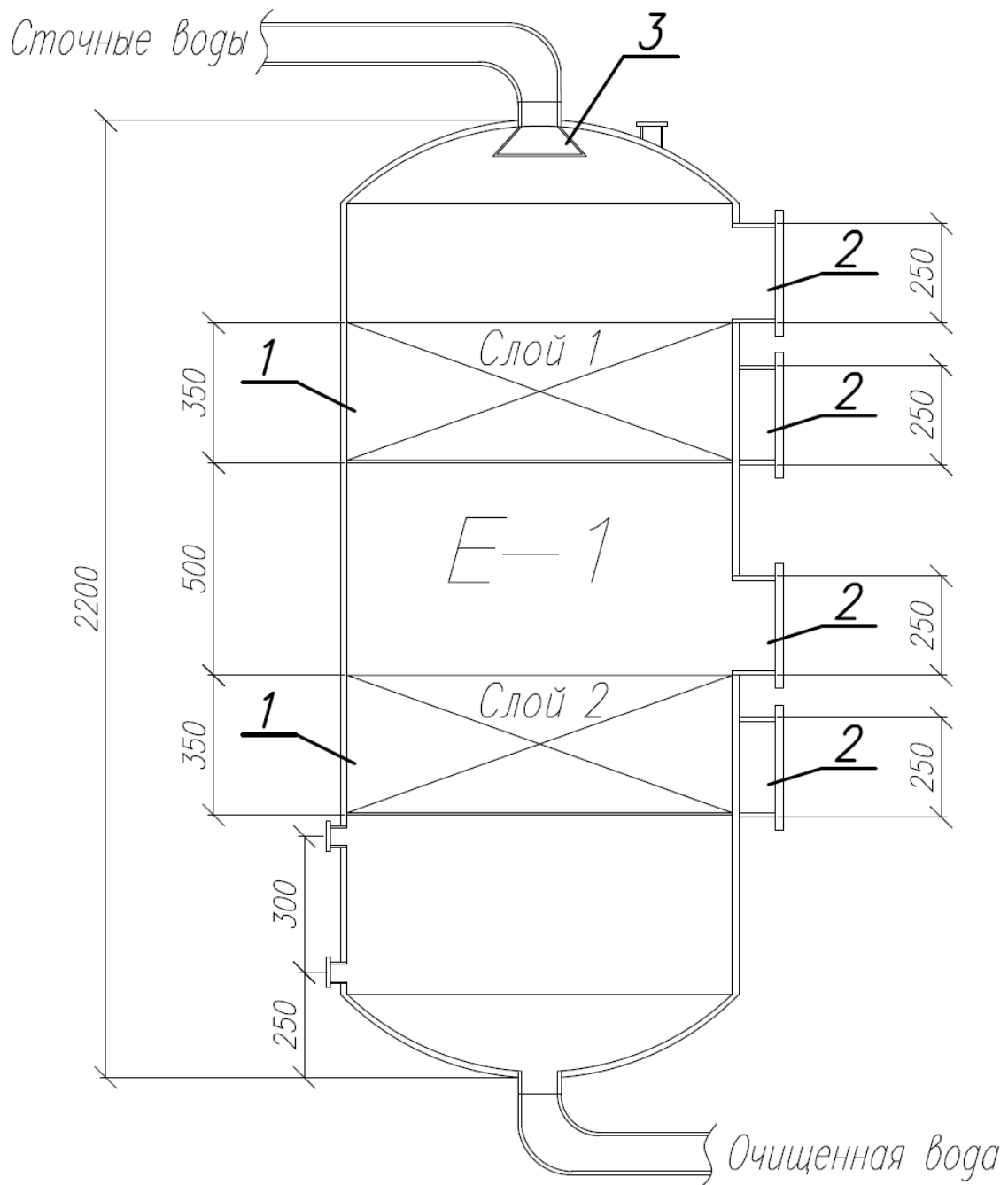


Рисунок 1.7 - Технологическая схема адсорбционной

установки. 1 - слой адсорбента; 2 - люки для загрузки и выгрузки адсорбента; 3 - ороситель.

1.3 Расчетная часть

Для того, что бы рассчитать размеры адсорбера и количество оксида магния, необходимого для адсорбции, зададимся начальными условиями. Для расчета адсорбера составим таблицу 1.22, в которую внесём исходные данные.

Таблица 1.22 – Исходные данные для расчёта адсорбера

Наименование	Показатели
Давление P, атм	1
Температура t, °С	20÷25
Расход воды F, м ³ /ч	10
Плотность воды до адсорбции $\rho_{до}^{H_2O}$, кг/м ³	1000,1
Плотность воды после адсорбции $\rho_{после}^{H_2O}$, кг/м ³	1000
Плотность оксида магния ρ_{MgO} , кг/м ³	3600
Концентрация красителя $C_{кр}$, г/л	0,1
Время работы адсорбера τ , час	8
Адсорбент – оксид магния	–

Определяем массовый расход воды:

$$G = \rho \cdot v \cdot s, \quad (1.3)$$

$$V = v \cdot s, \quad (1.4)$$

где G – массовый расход, кг/час;

V – объемный расход, м³/сек;

v – средняя скорость потока, м/сек;

s – площадь поперечного сечения, м².

Диаметра адсорбера рассчитываем при различных скоростях потока по формуле (1.5)

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot v}}, \quad (1.5)$$

где d – диаметр адсорбера, м.

Необходимо рассчитать количество оксида магния, которое требуется при 8-ми часовой работе адсорбера. Из

исследования были получены такие результаты: чтобы полностью очистить 0,05 л воды ($C_{кр}=0,1 \text{ г/л}$) необходимо всего 1 г адсорбента (окись магния). Принимая во внимание, что расход воды составляет 10 м^3 , воспользуемся следующей формулой (1.6) для расчета необходимой массы адсорбента

$$m_{MgO} = \frac{F \cdot \tau}{v_m}, \quad (1.6)$$

где v_m – объём отчищаемой воды одним граммом окиси магния, л;

τ – время работы адсорбера, час.

$$m_{MgO} = \frac{10000 \cdot 8}{0,05} = 1600 \text{ кг}.$$

Объём оксида магния составляет:

$$V_{MgO} = \frac{m_{MgO}}{\rho_{MgO}} = \frac{1600}{3600} = 0,45 \text{ м}^3.$$

В таблице 1.23 представлены результаты расчетов скорости движения жидкости от диаметра, а также высота слоя адсорбента и высота адсорбера. Расчеты проводились при помощи формул (1.4) и (1.5). Диаметр выбираем от 0,1 м до 1,4 м, с интервалом по 0,05м. Пример одного из расчетов для нахождения диаметра адсорбера представлен ниже:

$$v = \frac{10}{0,785 \cdot 0,1^2} = 0,3541 \text{ м/с}.$$

Объём адсорбера принимаем $1,4 \text{ м}^3$ (объем адсорбера в 3 раза больше объема, занимаемым оксидом магния).

Расчет высоты адсорбера высоты слоя адсорбента считаем по формуле (1.7)

$$h_{adc} = \frac{V}{0,785 \cdot D^2}, \quad (1.7)$$

где V – объем адсорбера или адсорбента, м;

D – диаметр адсорбера.

При различных значениях диаметра рассчитываем высоту адсорбера и высоту слоя адсорбента и заносим в таблицу 1.23. Ниже представлен пример расчета высоты слоя адсорбента и высоты адсорбера при диаметре 0,1м

$$h_{адс} = \frac{1,4}{0,785 \cdot 0,1^2} = 178,35 \text{ м.}$$

Высота слоя адсорбента также рассчитывается из задаваемого диаметра по формуле (1.7), как и высота адсорбера

$$h_{MgO} = \frac{0,45}{0,785 \cdot 0,1^2} = 57,33 \text{ м.}$$

Таблица 1.23 – Результаты расчетов диаметра и высоты адсорбера при изменении скорости потока

Диаметр, м	Скорость, м/с	Высота слоя оксида магния, м	Высота адсорбера, м
0,10	0,3541	57,32	178,3
0,15	0,1574	25,48	79,3
0,20	0,0885	14,33	44,6
0,25	0,0567	9,17	28,5
0,30	0,0393	6,37	19,8
0,35	0,0289	4,68	14,6
0,40	0,0221	3,58	11,1
0,45	0,0175	2,83	8,8
0,50	0,0142	2,29	7,1
0,55	0,0117	1,90	5,9
0,60	0,0098	1,59	5,0
0,65	0,0084	1,36	4,2
0,70	0,0072	1,17	3,6
0,75	0,0063	1,02	3,2
0,80	0,0055	0,90	2,8
0,85	0,0049	0,79	2,5
0,90	0,0044	0,71	2,2
0,95	0,0039	0,64	2,0
1,00	0,0035	0,57	1,8
1,05	0,0032	0,52	1,6
1,10	0,0029	0,47	1,5
1,15	0,0027	0,43	1,3
1,20	0,0025	0,40	1,2
1,25	0,0023	0,37	1,1
1,30	0,0021	0,339	1,1
1,35	0,0019	0,315	1,0

1,40	0,0018	0,292	0,9
------	--------	-------	-----

По результатам расчета, выбираем диаметр 0,9 м. При этом высота адсорбера будет 2,2 м, а скорость потока жидкости 0,0044 м/с. Массовый и объемный расходы в секунду для любой скорости будут одинаковы и составляют 2,78 кг/с и 2,78 л/с соответственно.

Теперь рассчитаем массу красителя, который адсорбировался на адсорбенте за время работы 1 час, учитывая при этом, что процесс адсорбции протекает при 100 % эффективности извлечения. Концентрация красителя 0,1 г/л, а за 1 час работы адсорбера очищается 10 тыс. литров (10 м³), тогда:

$$m_{\text{крас.}} = C_{\text{крас.}} \cdot F \cdot \tau = 0,1 \cdot 10000 \cdot 1 = 1 \text{ кг.}$$

2 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Вопросы экономии природных ресурсов и сохранения экологического равновесия между производственной деятельностью человека и окружающей средой в настоящее время стоят на одном из первых мест в мире по остроте и глобальности проблемы. Электрохимическое производство является одним из источников загрязнения окружающей среды. В связи с этим при разработке проектов строительства, а также модернизации и реконструкции цехов и предприятий существенное место стали занимать вопросы негативного влияния производства на окружающую среду и вопросы выбора эффективных способов уменьшения (либо полной ликвидации) негативного влияния.

Для того чтобы снизить вредное воздействие на окружающую среду прежде всего необходимо внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов. Обязательным требованием к очистке жидких и газообразных отходов является их полное обезвреживание с целью охраны водоемов и окружающей среды от загрязнения. Основные показатели эффективности разработок и внедрения процессов очистки и регенерации отходов определяются параметрами: экономией материалов; предотвращенным ущербом от загрязнения окружающей.

В данном разделе рассмотрим влияние веществ, используемых при проведении исследовательской работы, на окружающую среду. Так же будет выявлено, какие вещества подлежат переработки (утилизации), и какие вещества являются безвредными для окружающей среды [33].

2.1 Экологическая опасность веществ и растворов, используемых в исследовательской работе

Экологическая опасность при проведении исследования определяется вредным воздействием его отходов в окружающую среду. В первую очередь от загрязнения компонентами растворов страдают поверхностные водоёмы. В них попадают сточные воды, образующиеся при промывке колб, а также концентрированные жидкие отходы. Во вторую очередь компонентами растворов загрязняются почвы и подземные водоёмы. Источником такого вида загрязнения окружающей среды служат твердые отходы, образующиеся после очистки сточных вод и отработанных растворов реакгентным методом и некоторыми другими.

Для оценки экологической опасности сточных вод используется понятие «экологический критерий (ЭК)», который определяют как отношение конечной концентрации компонента раствора в сбрасываемой (очищенной) воде ($C_{кон}$) к его ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов (поскольку эти водоёмы наиболее уязвимы):

$$ЭК = \frac{C_{кон}}{ПДК} \quad (2.1)$$

Чем больше экологический критерий, тем большую экологическую опасность представляют сточные воды, содержащие тот или иной компонент раствора.

Концентрация компонентов в сбрасываемой в водоемы воде $C_{кон}$ зависит от эффективности работы очистных сооружений, которая определяется *степенью очистки* (α) сточных вод от того

или иного компонента раствора и зависит от концентрации компонентов в сточной воде, подаваемой на очистку:

$$\alpha = \frac{(C_{ст} - C_{кон})}{C_{ст}}, \quad (2.2)$$

где $C_{ст}$ – концентрация компонента в сточной воде, подаваемой на очистку, г/л;

$C_{кон}$ – концентрация компонента в очищенной воде, г/л.

Если ПДК какого-либо вещества определяет его экологическую опасность, то кратность превышения концентрации этого вещества в растворе (C_0) над его ПДК в воде рыбохозяйственных водоёмов ($C_0/ПДК$) определяет экологическую опасность (ЭО) раствора этого вещества:

$$ЭО = \frac{C_0}{ПДК} \quad (2.3)$$

В таблице 2.1 представлены величины ПДК токсичных компонентов растворов и веществ, используемых в опытах, для воды водоёмов рыбохозяйственного назначения, а также значения экологической опасности растворов этих компонентов, концентрация (C_0) которых соответствует рабочим концентрациям растворов.

Таблица 2.1 – Степень экологической опасности веществ, используемых в исследовательской работе

Компоненты растворов	ПДК рыб. хоз., мг/л	Экологическая опасность растворов компонентов ($C_0/ПДК$)
Ca^{2+}	180	0,08
Mg^{2+}	40	2,15
Краситель красный (E122)	4	250,00
Краситель желтый (E102)	7,5	133,33
Краситель синий (E133)	12,5	80,00
Оксид алюминия	нетоксичен	-

Следует отметить, что снижение отрицательного воздействия на окружающую среду достигается повышением эффективности очистки сточных вод, рационализацией водопотребления и в первую очередь снижением экологической опасности применяемых растворов.

Снижение экологической опасности исследуемых растворов достигается снижением концентрации токсичных компонентов. При этом необходимо учитывать условие выполнения требований исследовательской работы.

2.2 Воздействие компонентов растворов и веществ, используемых в исследовательской работе, на окружающую среду

Многие химические вещества, поступающие в окружающую среду, в том числе и в водоемы, а через питьевую воду в организм человека, помимо токсического действия обладают канцерогенным (способны вызывать злокачественные новообразования), мутагенным (могут вызывать изменение наследственности) и тератогенным (способны вызывать уродства у рождающихся детей) действием. Канцерогенное действие на теплокровных животных при поступлении в организм с питьевой водой оказывают мышьяк, селен и палладий, а при поступлении в организм другими путями – хром, бериллий, свинец, ртуть, кобальт, никель, серебро, платина. Тератогенное действие на животных в экспериментальных условиях оказали кадмий, свинец, мышьяк, кобальт, алюминий и литий. Некоторые неорганические соединения, например соединения хрома (VI), оказывают на людей аллергенное действие. Многие неорганические

соединения даже в очень малых концентрациях оказывают вредное воздействие на рыб и их кормовые ресурсы. Большинство водных организмов более чувствительно к действию токсичных веществ, чем человек и теплокровные животные.

В крупных городах и промышленных центрах вредные вещества поступают в водоемы в виде различных соединений и смесей, оказывающих их совместное, или так называемое комбинированное действие на организм человека, теплокровных животных, флору и фауну водоемов, на микрофлору очистных сооружений канализации. Это может быть: 1) синергизм или потенцирование, когда эффект действия больше простого суммирования; 2) антагонизм, когда действие нескольких ядов бывает меньше суммированного и 3) аддитивное или простое суммирование.

Физико-химические свойства воды – температура, содержание кислорода, жесткость и рН – влияют на токсичность многих неорганических веществ. С повышением температуры воды увеличивается обмен веществ водных организмов, и они получают больше яда. При увеличении общей жесткости воды с 20 до 260 мг/л по карбонату кальция средние летальные концентрации различных соединений кадмия, олова, меди и свинца увеличиваются примерно в 100 раз. Увеличение рН с 6,6 до 8,0 также снижает токсичность многих веществ. Таким образом, в водоемах с малой жесткостью воды ядовитое действие металлов, как правило, будет больше, хотя и бывают исключения из этой закономерности. Поэтому снижение жесткости водопроводной воды может повысить токсичность содержащихся в ней металлов.

Концентрации загрязняющих сточные воды примесей при поступлении их в водоемы постепенно уменьшаются за счет разбавления, осаждения на дне и химического взаимодействия примесей с веществами, присутствующими в воде водоема, а также вследствие разложения многих примесей с помощью аэробных микроорганизмов, всегда имеющих в воде водоема. Способность водоемов к ликвидации загрязняющих примесей и восстановлению природных качеств воды водоема называется самоочищающей способностью водоема. Процессы биологического самоочищения связаны с потреблением кислорода, растворенного в воде водоема. Для предотвращения нарушения кислородного режима водоема количество органических веществ, попадающих со сточными водами в водоем, не должно превышать определенной величины, соответствующей количеству кислорода, поступающего из атмосферы. В противном случае содержание кислорода в воде водоема начнет снижаться, что приведет к гибели флоры и фауны. Процессы биологического самоочищения водоемов могут нарушаться при попадании в них солей тяжелых металлов. Самоочищающая способность водоемов зависит от их мощности, глубины водоема, скорости течения, температуры воды и т.д.

Некоторые неорганические соединения оказывают губительное действие на микроорганизмы очистных сооружений, прекращают или замедляют процессы биологической очистки сточных вод и сбраживание осадков в метантенках.

При использовании воды загрязненных водоемов для орошения цветные металлы выносятся на поля и концентрируются в верхнем наиболее плодородном

гумусосодержащем слое почвы. Концентрация металлов в этом слое приводит к снижению азотфиксирующей способности почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, накоплению металлов выше допустимых концентраций в кормах и других продуктах.

Серьезную опасность представляет сброс в водоемы, особенно малопроточные (озера, водохранилища), сточных вод, загрязненных биогенными элементами (соединения фосфора и азота). В воде содержащей органические вещества и биогенные элементы, происходит интенсивное размножение микроскопических водорослей – сине-зеленых. Временами поверхность воды покрывается сплошным слоем водорослей ядовито-зеленого цвета, происходит цветение водоемов, отмирая, они обескислороживают воду и загрязняют ее продуктами разложения.

Кальций. В реках России кальций содержится в концентрациях не превышающих 1 г/л. В источниках водоснабжения он обнаружен в количестве в среднем 100-500 мг/л.

Карбонат, превращаясь в гидрокарбонат, сообщают воде лёгкую горьковатость. Но ощутить присутствие в воде солей кальций весьма затруднительно, так как вода для употребления в пищу имеет в своем составе концентрацию, не превышающую установленным нормативом.

Влияние на человека и теплокровных животных. Получение слишком большого количества кальция может вызывать запор. У взрослых избыток кальция, получаемый из биодобавок, способен увеличить риск возникновения камней в почках. Суточная норма потребления кальция для взрослого человека составляет 1000-2500 мг.

Влияние на сельскохозяйственные культуры. Как правило, почвы в достаточной мере обеспечены кальцием. И, поскольку он содержится в большей массе в вегетативной части растений, его вынос с урожаем незначителен. Минеральное отравление кальцием приводит к межжилочному хлорозу с беловатыми некротическими пятнами. Они могут быть окрашены либо иметь наполненные водой концентрические кольца. Некоторые растения отзываются на избыток кальция ростом листовых розеток, отмиранием побегов и опаданием листьев. Признаки по виду схожи с недостатком железа и магния.

Магний. В реках России содержание магния зависит от расположение реки. В районах соленосных отложений (р. Кама, Пермь) его содержание значительно увеличивается до 37-40 мг/л. Для сульфатных и гидрокарбонатно-сульфатных вод рек содержание магния колеблется в более широких пределах – от 0,5 до 101 мг/л.

Магний также сообщают воде лёгкую горьковатость. Но ощутить присутствие в воде солей магния весьма затруднительно, так как вода для употребления в пищу имеет в своем составе концентрацию, не превышающую установленным нормативом.

Влияние на человека и теплокровных животных. Среднесуточная норма магния 300-400 мг. Максимально допустимое количество потребления – 800 мг. Магний не является токсичным макроэлементом, летальная доза для человека не установлена. Значительные дозы в течение длительного времени могут вызывать отравления.

Избыток магния в рационе питания животных приводит к замедлению роста, снижения минерализации скелета,

уменьшает размер яиц, утончается скорлупа и может развиваться жидкий стул.

Влияние на сельскохозяйственные культуры.

Содержание магния в пахотном слое принимает значение 70-120 мг/кг. Избыток магния на сильнокислых почвах может привести к симптомам токсичности магния. При избыточном поступлении данного элемента листья слегка темнеют и незначительно уменьшаются. Изредка наблюдается сморщивание молодых листьев. На поздних стадиях роста концы молодых листочков втягиваются и в некоторых случаях отмирают.

Желтый краситель (E102, тартразин) – азокраситель, получаемый диазотированием и сочетанием сульфаниловой кислоты с сульфобензилпирозолон-карбоновой кислотой, представляющий собой светло-оранжевый порошок или гранулы. В настоящее время он разрешен в большинстве европейских стран, в том числе в России и Украине

Влияние на человека и теплокровных животных.

Продукты расщепления тартразина всасываются в кишечнике с последующим выделением. У людей с аллергической реакцией на ацетилсалициловую кислоту возможны аллергические реакции. Возможны побочные эффекты, такие как бронхоспазм, крапивница, отек Квинке, ринит, дерматит, мигрень и нарушение зрения. ПДК до 7,5 мг/кг массы тела в сутки [31].

Влияние на сельскохозяйственные культуры. Эта пищевая добавка не переносит солнечный свет. За короткий промежуток времени, при попадании прямых солнечных лучей, тартразин E102 распадается на простые химические соединения [34].

Красный краситель (E122, кармуазин) – азокраситель, получаемый диазотированием и сочетанием нафтионовой кислоты с нафтолсульфокислотой, представляющий собой красно-каштановый порошок или гранулы. В природе не встречается. В РФ разрешен в качестве красителя в безалкогольные напитки, ароматизированные сахаристые кондитерские изделия, сдобные хлебобулочные и мучные изделия, макаронные изделия, мороженое, десерты и т.д.

Влияние на человека и теплокровных животных. Относится к опасным синтетическим азокрасителям. Токсичен, но выделяется с калом и мочой. Может возникать аллергическая, псевдоаллергическая, дисметоболическая и другие реакции. Также возможно появления крапивницы, дерматита и бронхиальной астмы. ПДК составляет 4мг/кг веса тела в день [27].

Влияние на сельскохозяйственные культуры. Эта пищевая добавка не переносит солнечный свет. За короткий промежуток времени, при попадании прямых солнечных лучей, кармуазин E122 распадается на простые химические соединения [34].

Синий краситель (E133, бриллиантовый голубой) – триарилметановый краситель, получаемый конденсацией формилбензосульфокислоты с этиланилинолтолуолсульфокислотой и последующим окислением продукта в натриевую соль, представляющий собой красновато-голубой порошок или гранулы.

Влияние на человека и теплокровных животных. Синий блестящий негативно воздействует на организм человека, вызывая аллергические реакции, провоцирует приступы астмы. Категорически запрещено употреблять данную добавку людям,

у которых аллергия на аспирин. В человеческом организме E133 плохо высасывается из желудочно-кишечного тракта, поэтому почти полностью он выходит с остатками пищи. По некоторым данным данный краситель обладает канцерогенными свойствами, но это не имеет официального подтверждения. ПДК – 12,5 мг/кг веса тела в сутки [29].

Влияние на сельскохозяйственные культуры. Эта пищевая добавка не переносит солнечный свет. За короткий промежуток времени, при попадании прямых солнечных лучей, кармуазин E122 распадается на простые химические соединения [34].

Таким образом, пищевые красители E122, E133 и E102, в рекомендованном для применения в продуктах питания диапазоне концентраций, не являются безопасными, поскольку, хотя и не проявляют выраженного токсического эффекта на клетки корешков растений, но способны ингибировать их рост и обладают мутагенной активностью [29].

С точки зрения снижения экологической опасности целесообразно использовать продукты питания без добавления в них пищевых красителей или с меньшей концентрацией их в пище.

3 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

3.1. Характеристика и анализ вредных и опасных производственных факторов

Работа была проведена в химической лаборатории АнГТУ. Анализ опасных и вредных производственных факторов при проведении исследовательской работы представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Анализ опасных и вредных производственных факторов

Основные и вредные производственные факторы	Место действия	Характер действия на организм человека	Нормируемые значения
Шум	Вытяжной шкаф	Незначительное влияние на здоровье человека	СанПиН 2.2.4/2.18.562-96
Электромагнитные поля	Электроприборы: термостат, водяная баня	Понижение кровяного давления, головная боль, торможение рефлексов, изменение биоэлектроактивности головного мозга	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Электрический ток	Электроприборы:	Электрический ожог,	ГОСТ 12.1.009-2017

	термостат, водяная баня	металлизация кожи, электроофтальми зм, электрический удар	
Вредные вещества	Пары химических соединений и веществ	Аллергия, отравление	ГОСТ 12.1.007-76 ГН 2.2.5.3532-18
Освещения	Помещение лаборатории	При плохом освещении усталость глаз и снижение зрения	СП 52.13330.2016
Пожарная безопасность	Использовани е горючих веществ	При воспламенении веществ ожоги и попадание паров через дыхательные пути	ГОСТ 30244-94 НПБ 105-03

3.2 Производственная санитария

3.2.1 вредные вещества

Нерациональное применение химических веществ, синтетических материалов неблагоприятно влияет на здоровье работающих. Вредное вещество, попадая в организм человека во время его профессиональной деятельности, вызывает патологические изменения.

В момент проведения опытов поступление вредных веществ в рабочую зону в результате несоблюдения техники безопасности, а также в результате просыпания, проливания и неправильного хранения химических веществ.

При выполнении работ в лаборатории возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- химические ожоги при попадании на кожу или в глаза химических веществ;

- порезы рук при небрежном обращении с лабораторной посудой;
- отравления парами токсичных веществ;
- поражения электрическим током при использовании неисправного электрооборудования.

При выполнении исследовательской работы в качестве реагентов применялись вещества, характеристика которых представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Характеристика вредных веществ и их воздействие на организм человека

Наименование вещества	применение	ПДКр. з, мг/ м ³	Класс опасности	Токсичное воздействие
1	2	3	4	5
$CaCO_3$	Для подщелачивания почвы, покраски стволов деревьев, побелки потолков	6,0	4	Тошнота, диарея, сыпь, появление камней в почках
MgO	Для производства огнеупоров, цементов, очистки нефтепродуктов	10,0	4	Тошнота, диарея, сыпь
Al_2O_3	Для производствостоловых приборов и посуды, цементов, флюсов	2,0	3	Способствуют появлению остеопороза и рахита

Окончание таблицы 3.2 - Характеристика вредных веществ и их воздействие на организм человека

SiO_2	Для производства стекла, керамики абразивов, бетонных изделий	2,0	3	может травмировать слизистые оболочки
Краситель жёлтый E102	Используется в пищевой промышленности и фармакопеи	7,5	4	Раздражитель и аллерген
Краситель красный E122	Используется в пищевой промышленности и фармакопеи	4,0	3	Раздражитель и аллерген

Краситель синий E133	Используется в пищевой промышленности и фармакопеи	12,5	4	Раздражитель и аллерген
----------------------	--	------	---	-------------------------

3.2.2 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывает существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПин 2.2.4.548-96

Борьба с неблагоприятным влиянием производственного микроклимата осуществляется с использованием технологических, санитарно-технических и медико-профилактических мероприятий.

Работы, проводимые в лаборатории, относятся к категории – 1б. Показатели микроклимата производственных помещений представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Показатели микроклимата производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, в град.		Влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	Температура нагретых поверхностей	
		оптимально	допустимо	оптимально	допустимо		оптимально	допустимо

Холодное	16 140 - 174	1 - 23	9 - 24	40 - 60	15 - 75	0,1	20 - 24	18 - 25
Теплое	16 140 - 174	2 - 24	0 - 28	40 - 60	15 - 75	0,1	21 - 25	19 - 29

3.2.3 Вентиляция, отопление и кондиционирование

С целью предотвращения в воздухе производственных помещений вредных веществ выше КПД необходимо обеспечить эффективную вентиляцию.

Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий и частоты воздушной среды, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям. Основная задача вентиляции - удалить из помещения загрязнённый или нагретый воздух и подать свежий.

Естественная и искусственная вентиляции должны отвечать следующим санитарно-гигиеническим требованиям:

- создавать в рабочей зоне помещений соответствующие нормам метеорологические условия труда (температуру, влажность, скорость движения воздуха);
- полностью удалять из помещений вредные газы, пары, пыль и аэрозоли или растворять их до предельно допустимых концентраций;
- не вносить в помещение загрязнённый воздух снаружи или путем засасывания из смежных помещений;
- быть доступными для управления и ремонта в процессе эксплуатации;
- не создавать на рабочих местах сквозняков или резкого охлаждения;

-не создавать в процессе эксплуатации дополнительных неудобств (шума, вибрации, попадания дождя, снега).

В лаборатории применяется организованная естественная вентиляция, путем притока воздуха через окна, общеобменная местная вытяжная вентиляция (вытяжные шкафы).

В зимний период предусмотрено центральное водяное отопление от ТЭЦ. При водяном отоплении температура поверхности нагревательных приборов не должна превышать 90 °С. Для приборов с температурой нагревательной поверхности более 75 °С необходимо предусматривать защитные ограждения.

3.2.4 Шум и вибрация

Длительное воздействие шума на человека может привести к такому профессиональному заболеванию, как «шумовая болезнь».

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего на орган слуха, нервной и сердечнососудистых системах. Степень выраженностей этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в этих условиях воздействия шума, длительности действия шума в течении рабочего дня, индивидуальности действия шума в течении рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма.

Для борьбы с шумом в помещениях проводится мероприятия как технического, так и санитарно-гигиенического характера. Основными из них является устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике.

В лаборатории источником шума является вытяжной шкаф с электротягой, создаваемый работой механической вентиляции, который не представляет опасности для здоровья человека. В вытяжном шкафу используется вентилятор серии ОБ-300NS тип АОЛ22-4, мощностью 0,4 кВт и со скоростью вращения 1420 об/мин.

Шум для лабораторных работ помещений, не должен превышать допустимый уровень шума, который составляет 60 дБ по СанПин 2.2.4/2.18.562-96.

3.2.5 Освещение

Освещение воздействует на организм человека и выполнение производственных заданий. Правильное освещение уменьшает количество несчастных случаев и повышает производительность труда на 15 %.

Согласно установленным нормам световой коэффициент колеблется для отдельных помещений 0,10 до 0,20.

Естественное освещение наиболее благоприятное для человека, однако не может в полной мере обеспечить необходимую освещенность производственных помещений. Поэтому в практической деятельности широко используют искусственное освещение (электричество).

Рационально-искусственное освещение предусматривает равномерную освещённость, без резких изменений и пульсаций, благоприятный спектральный состав света и достаточную яркость.

Необходимые уровни освещения нормируются в соответствии со СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение в зависимости от точности

выполняемых производственных операций, световых свойств рабочей поверхности и рассматриваемой детали, системы освещения».

В лаборатории источником естественного освещения являются оконные проемы, их в лаборатории три, что вполне позволяет иметь хороший уровень естественного освещения в дневное время.

Искусственное освещение в лаборатории общее, все помещение освещается однотипными светильниками, равномерно расположенными над поверхностью освещаемого пространства и снабженными светодиодными лампами.

3.3 Техника безопасности

К любой работе можно приступать только в том случае, если все ее этапы понятны и не вызывают никаких сомнений. При возникновении каких-либо неясностей следует немедленно обратиться к руководителю. Перед выполнением незнакомых операций, а также перед работой с новыми веществами каждый начинающий работник должен получить подробный индивидуальный инструктаж. В лабораторных помещениях запрещается: работать при неисправной вентиляции; производить какие-либо работы, не связанные непосредственно с выполнением порученных заданий; курить, принимать пищу; работать без спецодежды; шуметь, громко разговаривать, производить резкие движения; хранить личную одежду; работать в лаборатории одному; оставлять без присмотра работающие установки, нестационарные нагревательные приборы, открытое пламя.

Любые работы в химической лаборатории надо выполнять точно, аккуратно, не допуская поспешности и беспорядочности. Все необходимые расчеты следует делать заранее и только в рабочих журналах.

Нетривиальные операции, связанные с повышенной опасностью, необходимо проводить только под непосредственным наблюдением руководителя или опытного работника. На рабочем месте могут находиться только необходимые в данный момент приборы и оборудование.

Все сотрудники лаборатории обязаны владеть приемами первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях – уметь накладывать повязки для остановки кровотечения, проводить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. В рабочем помещении на видном месте должна находиться аптечка первой помощи.

В лаборатории предусмотрены средства индивидуальной защиты от воздействия неблагоприятных факторов. При работе с химическими веществами в лаборатории нужно соблюдать все меры предосторожности, чтобы предотвратить их попадания в организм человека.

При попадании каких-либо веществ на кожу их необходимо немедленно удалить.

Запрещается засасывание жидкости в пипетки ртом, для этой цели удобнее и безопаснее пользоваться резиновой грушей или медицинским шприцем, на который вместо иглы надевают отрезок резинового шланга.

Поскольку большинство растворов, применяемых для обезжиривания, травления, нанесения гальванических покрытий и других операций, содержат кислоты и щелочи, при работе с ними следует соблюдать меры предосторожности.

Растворы для химического и электрохимического обезжиривания работают при температурах $60\div 90$ °С, и в процессе обезжиривания возможно выделение водорода, кислорода, брызг и паров щелочи. Щелочи при попадании на кожу вызывают сильные болезненные ожоги. Особенно опасно попадание брызг растворов щелочей в глаза.

Операцию химического и электрохимического обезжиривания необходимо проводить в вытяжном шкафу, защищая руки во время работы резиновыми перчатками. Во избежание попадания брызг и паров щелочного раствора в глаза и дыхательные пути не следует наклоняться над сосудом с раствором для обезжиривания. Обезжиривание венской известью следует проводить только в резиновых перчатках.

Указанные меры предосторожности необходимо соблюдать и при приготовлении исследуемых растворов.

После окончания работы с любыми химическими веществами и растворами следует тщательно вымыть руки и прополоскать рот водой, а рабочее место необходимо как следует убрать.

3.4 Электробезопасность

Действие электрического тока на живую ткань приносит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

В лаборатории применяются электроприборы, работающие от переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В. Все электрооборудование выполнено в соответствии с требованиями электробезопасности, поэтому поражение

электрическим током при выполнении исследовательской работы возможно получить удар током только при использовании неисправного электрооборудования.

При выполнении лабораторных работ следует соблюдать следующие меры предосторожности:

1) включить прибор в розетку за 20-25 минут до начала выполнения опытов;

2) перед включением проверить прибор и его части на механические повреждения (если имеются какие-либо повреждения, сообщить об этом научному руководителю);

3) по окончании работы выткнуть прибор из розетки. Шнур аккуратно поместить поверх прибора (как указано в инструкции), что бы его случайно не повредили.

Первая помощь при электротравме заключается в мерах спасения (освобождения пострадавшего от прикосновения к проводнику тока), в оживлении, борьбе с угрожающими жизни явлениями, в предупреждении осложнений. Для освобождения от действия тока необходимо выключить рубильник, вывернуть предохранительные пробки на щитке. Вызвать скорую помощь.

При потере сознания, но наличии признаков жизни применяются энергичные меры, возбуждающие деятельность сердца и дыхания (искусственное дыхание, непрямой массаж сердца). Однако отсутствие признаков жизни не дает права считать пострадавшего мертвым, также при электротравме возможно состояние так называемой «мнимой смерти», объясняющееся резким нарушением функций центральной нервной системы без наличия каких-либо необратимых изменений. Поэтому мероприятия по оживлению организма должны проводиться длительно и непрерывно, до появления признаков жизни.

Если пострадавший находится в сознании, его надо уложить в постель, напоить сладким крепким чаем или кофе и обеспечить ему полный покой.

Профилактика электротравм заключается в соблюдении установленных правил и мер техники безопасности при эксплуатации, монтаже и ремонте электроустановок в этих условиях.

3.5 Пожарная безопасность

Противопожарная профилактика организационных и технических мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации пожаров, а так же по обеспечению безопасности эвакуации людей и материальных ценностей в случае пожара.

Помещение лаборатории относится к категории В. Согласно правилам устройства электроустановок (ПЭУ), помещения лаборатории относятся к классу В - 1б (по взрывоопасности) и П-1 по пожаробезопасности.

Наиболее частыми причинами пожаров являются нарушения правил пожарной безопасности и технологических процессов, неправильная эксплуатация электросети и оборудования.

Для обеспечения взрывопожаробезопасности необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- разрешается пользоваться только исправными приборами;
- соблюдать установленную последовательность включения приборов в работу согласно инструкции по эксплуатации;

- все контрольно-измерительные приборы и сигнальные устройства должны быть исправны;
- запрещается оставлять без присмотра включенные приборы;
- обеспечить свободный доступ к средствам пожаротушения и вызова пожарной команды;
- следить за исправностью и чистотой средств пожаротушения.

Общий запас одновременно хранящихся в каждом рабочем помещении огнеопасных жидкостей не должен превышать суточной потребности.

Лаборатория обеспечена углекислотными огнетушителями ОУ-2, асбестовым полотном и песком.

Огнетушители ОУ-2 применяются для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, горючих и тлящих материалов, а также электрооборудования, находящегося под током, не вызывая при этом его порчи.

Правила пользования углекислотными огнетушителями:

- снять огнетушитель;
- направить раструб на источник огня;
- поворотом маховика против часовой стрелки открыть вентиль на огнетушителе.

Примечание: во избежание обморожения одеть рукавицы или обмотать руки полотенцем.

Асбестовое полотно или войлок применяют для тушения небольших очагов горения: в открытых сосудах; горения газа, выходящего под небольшим давлением из трубопроводов.

Ящики с песком – для тушения ЛВЖ и небольших очагов пожара. Средства пожаротушения располагаются в доступных, хорошо видимых местах, окрашены в красный цвет.

Помимо этого, в лаборатории существует система оповещения (дымовые извещатели), которые при обнаружении признаков возгорания информируют о пожаре. На стенах расположены стенды с планом эвакуации.

4 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессе получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоемкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные мыслительные функции человека. Наряду с термином автоматический, используется понятие автоматизированный, подчеркивающий относительно большую степень участия человека в процессе.

Цель автоматизации – повышение производительности труда, улучшения качества продукции, оптимизация управления, устранение человека от производств, опасных для здоровья, повышение надежности и точности производства, увеличение конвертируемости и уменьшение времени обработки данных.

Автоматизация, за исключением простейших случаев, требует комплексного, системного подхода к решению задачи, поэтому решения стоящих перед автоматизацией задач обычно называются системами, например, [26]:

- система автоматического управления (САУ);
- система автоматизации проектных работ (САПР);

- автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Автоматизация обладает рядом преимуществ и недостатков в сравнении с предыдущим этапом технического развития.

К основным преимуществам можно отнести:

- замена человека в задачах, включающих тяжелый физический или монотонный труд.
- замена человека при выполнении задач в опасных условиях (а именно: пожар, космос, извержения вулканов, ядерный объект, под водой и т.д.).
- выполнение задач, которые выходят за рамки человеческих возможностей по весу, скорости, выносливости и т.д.
- экономика улучшения. Автоматизация может вносить улучшения в экономику предприятия, общества или большей части человечества.

Основным недостатком автоматизации являются:

- рост уровня безработицы из-за высвобождения людей в результате замены их труда машинным.
- технические ограничения.
- угрозы безопасности / уязвимость.
- непредсказуемые затраты на разработку.
- высокая начальная стоимость [26].

4.1 Описание технологического процесса

Адсорбция пищевого красителя осуществляется в адсорбере. В адсорбере находится 2 слоя адсорбента на определенном расстоянии друг от друга. Поток жидкости

подается сверху колонны при помощи оросительной насадки. Измерение температуры жидкости до процесса адсорбции осуществляется термопреобразователем сопротивления ТСМУ-Метран 274.

Регулирование подачи очищаемой воды осуществляется расходомерами на базе диафрагмы в комплекте Rosemount 3051SFC, которые установлены на линиях подачи в адсорбер.

Измерение давления осуществляется датчиком избыточного давления Метран-100-ДИ.

Для того, чтобы не произошло накопление очищенной воды в адсорбере в результате засорения трубы входа очищенной воды, размещаем датчик уровнемер поплавковое вертикальное реле уровня Modrey.

Анализ очищенной воды от красителя осуществляется при помощи СПЕКТРОФОТОМЕТР ПЭ-5300ВИ (версия 1.5 от 03.09.2013).

Нормы технологического режима блока адсорбции приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Нормы технологического режима

№	Наименование стадий процесса показателей режима	Единицы измерения	Допускаемые пределы параметров и показателей качества	Требуемый класс точности измерительных приборов ГОСТ 8.401
1	Расход сточных вод	м ³ /ч	10	1,0
2	Температура в адсорбере	°С	15 ÷ 30	0,5
3	Температура сточных вод	°С	15 ÷ 30	0,5
4	Давление в адсорбере	кгс/см ²	не более 1,1	1,0

4.2 Анализ объекта управления

Адсорбция широко применяется для очистки жидких или газообразных сред от не нужных компонентов или примесей.

Для очистки сточных вод от красителя, сточные воды определенного количества необходимо подать в адсорбер. Процесс адсорбции идёт до тех пор, пока адсорбент имеет достаточную активность. При повышении температуры сточных вод, подаваемых в адсорбер, они могут частично растворить адсорбент (т. к. адсорбент представляет собой окись магния, растворимость которой повышается с повышением температуры), для этого необходимо регулировать температуру сточных вод. Оптимальной температурой процесса в адсорбере является 15–30 °С.

Давление в адсорбере должно быть таким же, как в окружающей его среде. Оптимальное давления допускаемое в адсорбере лежит в пределах 0,10–0,12 МПа.

Контролировать степень очистки сточных вод от красителя можно при помощи спектрофотометра, отбирая пробы через определенный период времени и анализируя их.

Для контроля за технологическими параметрами предусмотрено следующее:

1. Контроль расхода сточных вод на входе;
2. Контроль температуры сточных вод на входе;
3. Контроль давления в колонне;
4. Контроль качества очистки сточных вод;
5. Контроль уровня очищенной воды;
6. Контроль расхода очищенной воды на выходе.

4.3 Обоснование выбора средств автоматизации

Для контроля температуры используем ТСМУ Метран-274. Данный прибор предназначен для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред. По отношению к которым

материал защитной арматуры является коррозионностойким. Принцип действия термопреобразователей сопротивления основан на свойстве металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление с изменением температур. Чувствительный элемент первичного преобразователя преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что дает возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей [22].

Для контроля расхода сточных вод в которых содержится краситель применяем расходомеры на базе Rosemount-8700. Данные расходомеры предназначены для измерения объемного расхода электропроводных жидкостей, пульп, суспензий и т.п. Принцип действия электромагнитного расходомера основан на взаимодействии движущегося проводника (электропроводная жидкость) с магнитным полем, согласно закону Фарадея (электромагнитной индукции): в проводнике, движущимся перпендикулярно направлению магнитного поля, возникает электродвижущая сила (ЭДС), пропорциональная скорости движения проводника. При этом направление ЭДС перпендикулярно как к направлению движения проводника, так и к направлению магнитного поля. Магнитное поле формируется при помощи КВ. Разность потенциалов ЭДС измеряется преобразователем при помощи электродов расходомера, расположенными вровень с футеровкой или имеющими выступающую коническую форму. Измеренная разность потенциалов усиливается и обрабатывается преобразователем, после чего происходит формирование выходных сигналов расходомер [25].

Регулирования уровня очищенных вод осуществляется уровнемером Rosemount 5300. Данный уровнемер предназначен для измерения уровня различных жидкостей, основан на технологии рефлектометрии с временным разрешением. Микроволновые наносекундные радарные импульсы малой мощности направляются вниз по зонду, погруженному в технологическую среду. Когда радарный импульс достигает среды с другим коэффициентом диэлектрической проницаемости, часть энергии импульса отражается в обратном направлении. Разница во времени между моментом передачи радарного импульса и моментом приема эхо-сигнала пропорциональна расстоянию, согласно которому рассчитывается уровень жидкости или уровень границы раздела двух сред [20].

Для контроля давления в адсорбере предусмотрен датчик давления штуцерного исполнения Метран-150ТА. Измеряемые среды: жидкости, газ, газовые смеси. Датчик давления Метран-150 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК - кремний на кремнии). Давление через разделительную мембрану и разделительную жидкость передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления вызывает изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в

электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал [23].

Спецификация на прибор и средства автоматизации узла адсорбционной установки приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Спецификация на приборы и средства автоматизации

По з. обо з.	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов. Завод-изготовитель	Тип, марка оборудования	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5
	Контроль температуры в адсорбере Е-1, 20 – 30 °С			
1а	Термопреобразователь сопротивления медный ТСМУ Метран-274. Номинальная статическая характеристика 100М, длина монтажной части 170 мм. Материал защитной арматуры ст.12Х18Н10Т. Исполнение обыкновенное. Диапазон преобразуемых температур 0...180 °С. Основная погрешность ±0,5. Выходной сигнал 0-5, 4-20 мА. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Метран-274	шт.	1
	Расход сточных вод в адсорбер Е-1 на входе; $F=10\text{ м}^3/\text{ч}$			
2а	Расходомер с сенсором, Ду = 150мм. Пределы относительной погрешности ±0,25. Материал нержавеющей сталь 316LМаркировка взрывозащиты 2ExeіаІІС ТЗ...Т6Х. защиты от пыли и воды ІР68. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Rosemount 8711	шт.	1
2б	Преобразователь расходомера. Выходной сигнал 4..20 мА с HART-протоколом. Степень защиты от пыли и воды ІР66. Пределы относительной погрешности ±0,25. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Rosemount 8732E	шт.	1
2в	Электропневматический позиционер, управляющий сигнал 4-20 мА, материал – анодированный алюминиевый сплав, взрывозащита 1 ExіаІІСТ6Х, уровень пылевлагозащиты ІР65, изготовитель ЗАО «Руст».	ЭПП 300	шт.	1
2г	Клапан запорно-регулирующий. $D_v=200$ мм, $P_v=0,1$ МПа. Материал корпуса 12Х18Н9ТЛ. Материал внутренних деталей 12Х18Н10Т. Изготовитель - ЗАО «РУСТ», г. Москва.	Руст 400	шт.	1
	Давление в адсорбере Е-1, не более $1,1\text{ кгс/см}^2 = 0,11\text{ МПа}$			
3а	Датчик давления штуцерного исполнения. Предел измерения 0,16 МПа. Выходной сигнал 4..20 мА. Маркировка взрывозащиты 0ExіаІІСТ5Х. Погрешность измерений ±0,05 $P_{\text{макс}}$. Изготовитель - ПГ «Метран», г.	Метран-150ТА	шт.	1

	Челябинск.			
	Регулирование и сигнализация уровня в колонне адсорбера Е-1			
4а	Уровнемер для измерения уровня жидкостей. Выходной сигнал 4..20 мА/ HART. Диапазон измерений от 0,1 до 50 м. Погрешность измерений ± 3 мм. Степень защиты от внешних воздействий IP 66. Изготовитель - ПГ «Метран», г. Челябинск.	Rosemount 5301	шт.	1

Окончание таблицы 4.2 – Спецификация на приборы и средства автоматизации

	Расход сточных вод в адсорбер Е-1 на выходе			
5а	Расходомер с сенсором, Ду = 150мм. Пределы относительной погрешности $\pm 0,25$. Материал нержавеющей сталь 316L Маркировка взрывозащиты 2ExeIaIIС ТЗ...Т6Х. защиты от пыли и воды IP68. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Rosemount 8711	шт.	1
5б	Преобразователь расходомера. Выходной сигнал 4..20 с HART-протоколом. Степень защиты от пыли и воды IP66. Пределы относительной погрешности $\pm 0,25$. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Rosemount 8732E	шт.	1
	Непрерывный контроль солесодержания в воде			
6а	Первичный преобразователь кондуктометрического солемера. Температура измеряемой среды от 0 до 100 °С. Давление анализируемой среды до 1 МПа. Изготовитель - ООО «Сибпромприбор-Аналит», г. Барнаул.	КС-1М-3К	шт.	1
6б	Программируемый преобразователь кондуктометрического солемера. С цифровым индикатором и клавиатурой. Выходной сигнал 4..20 мА. Основная погрешность $\pm 2\%$. Питание от сети переменного тока 50 Гц и напряжения 220 В. Изготовитель - ООО «Сибпромприбор-Аналит», г. Барнаул.	КС-1М-3К	шт.	1

5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

5.1 Краткое описание процесса производства

Современное предприятие представляет собой сложный производственно-хозяйственный комплекс, в распоряжении которого находятся здания и сооружения, машины и оборудование, сырье и материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, топливо и другие средства производства, а также людские ресурсы, необходимые для выполнения производственных процессов. Организация производственного процесса определяется расположением оборудования, участков, цехов и зависит от вида продукции, ее количества и технологии изготовления. Описание технологической схемы позволяет определить процесс изготовления продукции. В таблице 5.1 перечислены все приборы и оборудования входящие в технологическую схему, и их стоимость.

Таблица 5.1 - Приборы и оборудования входящие в технологическую схему, и их стоимость.

№ п/п.	Наименование	Количество	Цена за единицу, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5
1.	Клапан с позиционером	1	6440,00	6440,00
2.	Расходомер электромагнитный	2	3252,48	6504,96
3.	кондуктометрический солемер	2	254,69	509,38
4.	Термопреобразователь сопротивления медный	1	79,41	79,41
5.	Уровнемер для измерения уровня жидкостей	1	250,89	250,89
6.	Датчик давления	1	82,32	82,32

	интеллектуальный			
7.	Запорный клапан	2	169,88	339,76
8.	Аппарат размером 2 м ³	1	907,50	907,50
9.	Тарелки алюминиевые диаметром 0,9 м ³	2	38,66	77,32
	Итого:			15191,54

5.2 Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего на 2020 год

Таблица 5.2 – Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего на 2020 год

Показатели	Периодическое производство		Непрерывное производство	
	tсм = 8ч	tсм = 7ч	tсм = 8ч	tсм = 6ч
1. Календарный фонд времени (Тк)	366	366	366	366
2. Выходные дни	104	104	91	73
3. Праздничные дни	14	14	-	-
4. Номинальный фонд времени (Тн):				
- дни;	248	248	275	293
- часы (за минусов сокращения на 1 час в предпраздничные дни (6дн•1час = 6 час))	1984	1736	2200	1758
5. Планируемые целодневные невыхода, в том числе:				
- очередной и дополнительный отпуск	36	36	42	42
- болезни и декретный отпуск	6	6	6	6
- выполнении общественных и государственных обязанностей	0,5	0,5	0,5	0,5
- ученические	0,5	0,5	0,5	0,5
Итого:	43	43	49	49
6. Эффективный фонд времени (Тэф = Тн - Тневых), дни	205	205	226	244

7. эффективный фонд времени, часы	1640	1435	1808	1464
8. Коэффициент невыходов, (Тн/Тэф)	1,21	1,21	1,22	1,22

5.3 Расчет дополнительных исходных данных

Для расчета эффективного фонда рабочего времени необходимо знать режим работы производства. Режим работы периодический, 5-ти дневная рабочая неделя, по 1 смене в сутки, продолжительность смены 8 часов.

Номинальный фонд рабочего времени:

$$366 - (104 + 14) = 248 \text{ дн};$$

где 104 - выходные дни;

14 - праздничные дни.

Эффективный фонд ($T_{эф}$) рабочего времени:

$$248 - (36 + 6 + 0,5 + 0,5) = 205 \text{ дн}$$

$$205 \text{ дн} \cdot 8 \text{ час} = 1640 \text{ час}.$$

$P_{час}$ - часовая производительность технологического оборудования, $m^3/\text{час}$;

$$P_{час} = \frac{P_g}{T},$$

где P_g - годовая производственная программа, m^3 ;

T - действительный эффективный годовой фонд времени, ч.

$$P_{час} = \frac{16400}{1640} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5.4 Расчет затрат на материалы и энергию

Расчет рекомендуется оформлять в виде таблицы, нормы расхода на единицу продукции и цену необходимо взять из задания.

Таблица 5.3 – Расчет затрат на материально-технические средства

Материально-технические средства	Единицы измерения	Норма расхода	Годовой расход	Цена, руб.	Сумма затрат, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
1. Сырье и основные материалы:					
- оксид магния	тонн	1,850	1665	50000	83250,00
Итого по ст. 1					83250,00
2. Энергия на технологические цели:					
- электроэнергия	кВт·ч	1,89	7300	1,76	12,848
- вода	м ³ /час	0,0010	1500	2,98	4,470
Итого по ст. 2					17,318
Всего по смете:					83267,318

5.5 Расчет годового фонда заработной платы основных производственных рабочих

Политика в области труда является составной частью управления предприятием, и от нее в значительной мере зависит эффективность его работы, так как заработная плата является одним из важнейших стимулов в рациональном использовании рабочей силы. Заработная плата – это выражение в денежной форме часть национального дохода, которая распределяется по количеству и качеству труда, затраченного каждым работником, поступает в его личное потребление.

Заработная плата – это денежное вознаграждение, выплачиваемое работодателем за выполненный работником труд.

Для расчета заработной платы необходимо знать:

- условия труда;
- систему оплаты труда;
- часовую тарифную ставку рабочего соответствующего разряда;
- продолжительность рабочей смены;
- режим работы (непрерывный или периодический);
- размер доплаты за работу в праздничные дни;
- размер доплаты за работу в вечернее и ночное время;
- процент премии для рабочих из фонда заработной платы.

Для расчета годового фонда заработной платы основных производственных рабочих используются следующие формулы:

$$\Phi_z = (\Phi_{oc} + \Phi_{доп}) \cdot K,$$

где Φ_z – годовой фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.;

Φ_{oc} – основной фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.;

$\Phi_{доп}$ – дополнительный фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.;

K – поправочный коэффициент с региональной надбавкой, ($K=1,6$).

$$\Phi_{oc} = \Phi_{тар} + П + Д_{н.в} + Д_{пр},$$

$$\Phi_{тар} = T_{ч} \cdot T_{эф} \cdot r_{сп},$$

где $\Phi_{тар}$ – заработная плата по тарифу, тыс. руб.;

$T_{ч}$ – часовая тарифная ставка оператора, составляет 70 руб./час;

$r_{сп}$ – списочная численность, чел.;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени, час.

$$П = \Phi_{\text{тар}} \cdot \frac{a}{100},$$

где П - премия из фонда заработной платы, тыс. руб.;

а - установленный процент премии, 50 %.

Для периодического производства, с продолжительностью работы в 1 или в 2 смены:

$$Д_{\text{н.в}} = 4 \cdot 0,2 \cdot \Phi_{\text{тар}} + 2 \cdot 0,4 \cdot \Phi_{\text{тар}},$$

где $Д_{\text{н.в}}$ - доплата за работу в ночное и вечернее время, тыс. руб.;

4 - часы вечерней работы (с 18.00 -22.00);

2 - часы ночной работы (с 22.00 - 24.00);

$$Д_{\text{пр}} = 14 \cdot T_{\text{ч}} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot r_{\frac{\text{яв}}{\text{см}}},$$

где $Д_{\text{пр}}$ - доплата за работу в праздничные дни, тыс. руб.;

14 - число праздничных дней в году (на текущий расчетный год);

$T_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, руб.;

$t_{\text{см}}$ - продолжительность смены, час.;

$r_{\frac{\text{яв}}{\text{см}}}$ - явочная сменная численность, чел.

$$\Phi_{\text{доп}} = \frac{\Phi_{\text{ос}} \cdot Д}{T_{\text{эф}}(\text{дн})}, \quad (5.8)$$

где $\Phi_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата, тыс. руб.;

Д - дни отпуска, болезни и декрет, гос. обязанности, ученические (из баланса рабочего времени).

$T_{\text{эф}}$ - эффективный фонд времени, дни.

Расчет годового фонда заработной платы оператора:

$$1. \Phi_{\text{тар}} = 70,0 \cdot 1640 \cdot 2 = 229,60 \text{ тыс. руб.};$$

$$2. П = 229,6 \cdot \frac{50}{100} = 114,80 \text{ тыс. руб.};$$

$$3. Д_{\text{н.в}} = 4 \cdot 0,2 \cdot 229,6 + 2 \cdot 0,4 \cdot 229,6 = 367,36 \text{ тыс. руб.};$$

$$4. \Phi_{\text{ос}} = 229,6 + 114,8 + 367,36 + 15,68 = 727,44 \text{ тыс. руб.};$$

$$5. \Phi_{дон} = \frac{727,44 \cdot 49}{205} = 173,88 \text{ тыс. руб.};$$

$$6. \Phi_2 = (734,16 + 173,88) \cdot 1,6 = 1452,864 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 5.4 – технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Показатели
1	2	3	4
1.	Годовой выпуск продукции в натуральном исчислении	м ³	16400
2.	Численность основных производственных рабочих	чел.	2
3.	Затраты на оборудование и сооружение	тыс. руб.	33801,133 6
4.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	1452,864
5.	Затраты на материально-технические средства (электроэнергия, вода, адсорбент)	тыс. руб.	83267,318

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассчитаны размеры адсорбера для отчистки 10 м³/ч сточных вод от пищевых красителей: диаметр и высота, соответственно, равны 0,9 и 2,2 м. Рассчитана масса адсорбента, необходимого для отчистки сточных вод от пищевых красителей и представлена технологическая схема установки. Масса красителя, который адсорбируется на адсорбенте, составляет 1 кг/ч.

Описан технологический процесс очистки сточных вод от пищевых красителей.

Произведен технологический и энергетический расчет основного оборудования. На основании расчетов по водопотреблению предприятия и выбросам в атмосферу предложены методы очистки вредных и опасных веществ производства.

Разработаны мероприятия по автоматизации процесса адсорбции, контролю основных параметров процесса (уровень, температура, давление, концентрации).

При выполнении технико-экономических расчетов определены капитальные затраты, заработная плата производственных рабочих, составлен смета затрат на материалы, энергию, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховые расходы. На основании всех затрат получена калькуляция.

Можно сделать вывод о том, что данная тема актуальна в связи с малыми выбросами вредных веществ в атмосферу и с получением очищенной воды от пищевых красителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрютин М.С. Экономический учет и анализ деятельности предприятия. – М.: Финпресс, 2000. – 173 С.
2. Бесков В.С. Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов – М.: Химия, 1999. – 472 с.
3. Беспамятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: справочник – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
4. Бородич С.А. Экономика. Учебное пособие для студентов – М.: Новое знание – 2016. – 403 с.
5. Вахитов К.И. Экономика. Учебное пособие. – М.: Альянс – 2017. 364 с.
6. Волков О.И., Скляренко В.К. Экономика предприятия: Курс лекций. - М.: Инфра – М, 2002. – 157 С.
7. Гомола А.И., Кириллов В. Е. Экономика. – М.: Академия. – 2017. – 336 С.
8. Горлачева В.В. Проявление синестезии в русскоязычных рекламных цветообозначениях / Горлачева В.В. // Запорожский национальный университет: сб. науч. тр. – Запорожье, 2008. – Вып.№1. – С.77-82.
9. Горфинкель В.Я., Швандар В.А. Экономика организаций (предприятий). – М.: ЮНИТИ, 2004. – 289 С.
10. ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
11. Ермолович Л.Л., Сивчик Л.Г. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: Интерпрессервис, 2001. – 560 С.

12. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. – М.: Химия. 1975. – 215 С.
13. Клименко В.Л. Экономика химической промышленности. – Л.: Химия, 1990. – 214 С.
14. Кутепов А.М. Общая химическая технология: Учебник для вузов – 3-е изд., перераб. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 528 с.
15. Мануйлов В.В. Тихонова Т.Г. Кириллова В.Ф. Адсорбция пищевых красителей.// Современные технологии и научно-технологический прогресс. Международная научно-техническая конференция имени профессора В.Я. Баденикова: Изд-во АнГТУ г. Ангарск: – 2018. – С. 25.
16. Мануйлов В.В. Фефелова Т.Г. Кириллова В.Ф. Спектральный анализ в оценке адсорбции синтетических красителей.// Современные технологии и научно-технологический прогресс. Международная научно-техническая конференция имени профессора В.Я. Баденикова: – Ангарск, АнГТУ – 2018. – С.20-24
17. Мануйлов В.В. Фефелова Т.Г. Сравнительная характеристика адсорбционных способностей синтетических красителей. // Сборник научных трудов молодых учёных и студентов Ангарского государственного технического университета : изд-во АнГТУ, г. Ангарск. – 2018. Т.1. №1. – С.22-26.
18. Мануйлов В.В. Фефелова Т.Г. Кириллова В.Ф. Сравнительный анализ в оценке адсорбции синтетических красителей. // Современные технологии и научно-технологический прогресс. Международная научно-техническая конференция имени профессора В.Я. Баденикова: – Ангарск, АнГТУ – 2019. Т.1. №1. – С.59-60.

19. Новицкий Н.И. Организация производств на предприятии. – М.: Альянс. – 2004. – 167 С.
20. Основы аналитической химии. В 2Т.: учебник для вузов;/ Н.В. Алов и другие // Под редакцией Ю. А. Золотова. – 5-е. – М.: Академия, 2012. – 416 с.
21. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского, 3-е – М.: Альянс, 2007 – 496 с.
22. Приборы температуры концерна «Метран» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.emeron.ru/> (дата обращения: ноябрь 2019 г.).
23. Приборы давления концерна «Метран» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.emeron.ru/> (дата обращения: ноябрь 2019 г.).
24. Пястолов С.М. Экономический анализ деятельности предприятия. – М.: Академический проект, 2004. – 441 С.
25. Расходомеры концерна «Метран» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.emeron.ru/> (дата обращения: ноябрь 2019 г.).
26. Систем управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие. АГТА – Чистофорова Н.В.
27. Титова Н.Д. Модуляция фагоцитоза под влиянием пищевых красителей. // Белорусская медицинская академия последипломного образования/ Издательство: Российская академия наук – М. – 2011. – С. 157-163.
28. Уровнемеры концерна «Метран» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.emeron.ru/> (дата обращения: ноябрь 2019 г.).

29. Фаррухшина Л.Р. Иванова Г.А. Зарипова С.К. Сысоева М.А. Газизова Ф.Ф. Исследование токсичности и мутагенности пищевых красителей с помощью тест-системы ALLIUM сера. // Вестник технологического университета: - Казань: КНИТУ, 2018. - С. 186-189.

30. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы): учебник для вузов. - М.: Химия, 1982. - 400 С.

31. Чаусова С.В. Гуревич К.Г. Бондарева Г.П. Арутюнова Е.Э. Малышев И.Ю. Влияние пищевого красителя тартразина на хемилюминесценцию полиморфноядерных лейкоцитов периферической крови у пациентов с непереносимостью тартразина. // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»: - Курск, КГМУ - 2014. - С.73-78.

32. Щукин Е.Д. Коллоидная химия: учебник для бакалавров - М.: Юрайт, 2012. - 444 с.

33. Экологические проблемы электрохимических производств. Учебное пособие.// Сосновская Н.Г. Ангарская государственная техническая академия. - Ангарск: АГТА, 2007. - 95 с.

34. Энциклопедия питания: в 10 т. Т 4: Пищевые добавки: справочное издание / А. И. Черевко, В. М. Михайлова. - М.: КНОРУС, 2019. - 632 с.