

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА «ИНФОРМАТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И
УПРАВЛЕНИЕ»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Выпускной квалификационной работы на тему:

**«Расчет показателей систем автоматизации реактора с
многокомпонентным входящим потоком материалов»**

Зав. Кафедры «ИА и У»

к.т.н. Хасанов Дж.

Руководитель выпускной
квалификационной работы:

Артиков А. А.

Выпускную квалификационную
работу выполнил:

Мамлеев А. М.

Ташкент 2015

Содержание

1. Введение	2
2. Описание технологического процесса.....	4
3. Системный анализ и нахождение оптимальных решений технологии получения герметизирующих композиционных материалов мастик.....	9
4. Формализация математических моделей.....	13
5. Формализация компьютерной модели.....	16
6. Формализация компьютерной модели статике процессов..	16
7. Формализация компьютерной модели динамики процесса..	21
8. Система автоматического регулирования.....	35
9. Спецификация.....	43
10. Описание функциональной схемы автоматизации.....	50
11. Техничко – экономический эффект.....	53
12. Экология.....	58
13. Охрана труда.....	64
14. Гражданская защита.....	75
15. Заключение.....	81
16. Используемая литература.....	82
17. Приложение.....	84

Введение

«Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана» в этой книге Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов [1] указывает на необходимость дальнейшего ускорения разработок по созданию современных технологий. Это полностью относится и к разработкам и оптимизации технологии композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств, в том числе и герметизирующих композиционных мастик, применяемых для заполнения деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных дорог.

В связи с этим, разработка технологических процессов получения эффективных герметизирующих композиционных материалов на основе органоминеральных сырьевых ресурсов и отходов производства, применяемых для заполнения деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных покрытий дорог и аэродромов и эксплуатирующихся в экстремальных условиях является **актуальной проблемой**.

Объектом анализа в данной выпускной работе является процесс автоматизации получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов-мастик.

Автоматизация производства, процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Автоматизация производства - основа развития современной промышленности, генеральное направление технического прогресса. Цель автоматизации производства заключается в повышении эффективности труда, улучшении качества выпускаемой продукции, в создании условий для оптимального использования всех ресурсов производства. Различают автоматизацию производства: частичную, комплексную и полную.

Автоматизация технологических процессов является важнейшим средством повышения производительности труда, сокращения расхода материалов и энергии, улучшение качества продукции и повышение надежности работы. Внедрение современных систем автоматизации технологическими процессами, их эффективная работа, как на вновь строящихся, так и на реконструируемых объектах во многом зависит от содержания, состава и оформления проектной документации, современных методов ведения монтажных работ, соблюдения требований по наладке и эксплуатации технических средств систем автоматизации.

Под химической системой понимают совокупность происходящих в ней физико-химических процессов и средств для их реализации.

Таким образом, химическая система включает: собственно химический процесс, аппарат в котором он проводится, средства для контроля и управления процессом и связи между ними.

Описание технологической схемы

Технологическая линия получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик включает в себя комплект оборудования и состоит из следующих элементов: 1,2,3,4,5,6 емкости с рубашкой и приводом; 7,8,9,10,11,12,53,55,57-вентили; 13,14,15,16,17,18,44,45,46,47,48,49-дозаторы; 19,20,21,22,23,24-емкости для сыпучих материалов; 25,26,27,28,36,37-задвижки; 38,39-измельчители; 29,30,31-сушилки; 34,35,40,41-вибросита; 32,33-механоактиваторы; 42,43-бункер со шнеком; 50-51-двухшнековый смеситель; 52-реактор для получения герметизирующих материалов и мастик; 54,56-приемные емкости готовой продукции; 58,59-упаковочная линия; 60-склад; 61,62-краны переключения.

Как видно из схемы в первую очередь рассматривается технологическая стадия процесс подготовки *битумов и госсиполовой смолы, затем подготовка других ингредиентов: тонкоизмельченной резины и базальтового волокна, механоактивированныйволастонит барханные пески, а также их подачи в смеситель для получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе.*

Полный технологический процесс производства герметизирующих композиционных материалов и мастики на основе местного сырья и отходов производства осуществляется следующим образом:

Битум марки БН-70/30 поступает в ёмкость 1, объёмом 2м³, снабжённую системой обогрева паром или электричеством. Температура в ёмкости поддерживается в пределах 110-120°С посредством контактного термометра. Расплавленный битум из этой ёмкости через вентиль 7, пройдя дозатор 13, подается в реактор 52 для смешивания с другими компонентами.

Битум марки БН-90/10 в участок поступает в виде рулона, обёрнутого в крафт-бумагу. Сначала он освобождается от бумаги и измельчается до небольших размеров. Затем загружается в емкость 2 снабженный

регулируемым паровым или электрическим обогревом реактор, позволяющий поддерживать температуру в пределах 110-180°C. После нагрева и перемешивания битум, пройдя вентиль 8 и дозатор 14 поступает в шнековый смеситель 50.

Вязкая госсиполовая смола в цех поступает по трубопроводу и загружается в емкость 3, в которой происходит перемешивание и подогрев до температуры 60-80°C; после получения однородной подогретой массы; пройдя вентиль 9 в дозированном количестве (дозатор 15), смола поступает в шнековый смеситель 50, где происходит её смешивание с другими компонентами.

Подготовка окисленной госсиполовой смолы происходит в емкости 4. Процесс окисления смолы осуществляется путем ее продувки горячим воздухом в течении 30-40 минут при температуре 80-100°C и активном перемешивании. По окончании процесса окисления смола, пройдя вентиль 10 в дозированном количестве (дозатор 16), поступает в шнековый смеситель 50 для перемешивания с другими компонентами.

Резиновая крошка, получаемая на заготовительном участке путем дробления резиновых отходов, подается в емкость 5, из которой поступает (пройдя вентиль 11 и дозатор), в дозированном виде на шнековый смеситель 50, где происходит её растворение и перемешивание с госсиполовой смолой и битумом БН-70/30 при температуре 110-120°C в течении 2^х часов.

В зависимости от физико-технических параметров герметизирующих композиционных материалов в смеситель 50 может, поступает тонкоизмельченная резина, полученная на заготовительном участке и поданная в емкость 6, а затем поступает в дозированном виде, в смеситель 50 для перемешивания.

Таким образом, в соответствии с технологическим процессом компоненты: битум БН-90/10 в подогретом состоянии, госсиполовая смола

также в горячем состоянии, далее госсиполовая окисленная смола, резиновая крошка или резина тонкоизмельченная в дозированном количестве одновременно поступают в шнековый смеситель 50 и после предварительного перемешивания попадают в шнековый смеситель 51, где и происходит окончательное перемешивание в течении 2^x часов. После завершения окончательного перемешивания смесь поступает в реактор 52 для дальнейшего смешивания с минеральными ингредиентами, подготовленными после ряда операций.

Подготовка минеральных ингредиентов.

Гашенная известь в гранулированном виде засыпается в емкость 19 до полного объема. При открытии задвижки 31 известь попадает в измельчитель 38 и после измельчения просеивается на вибросите 40 и далее ссыпается в бункер 42 с подающим шнеком, а из него в дозатор 44 и в дозированном количестве поступает в реактор 52.

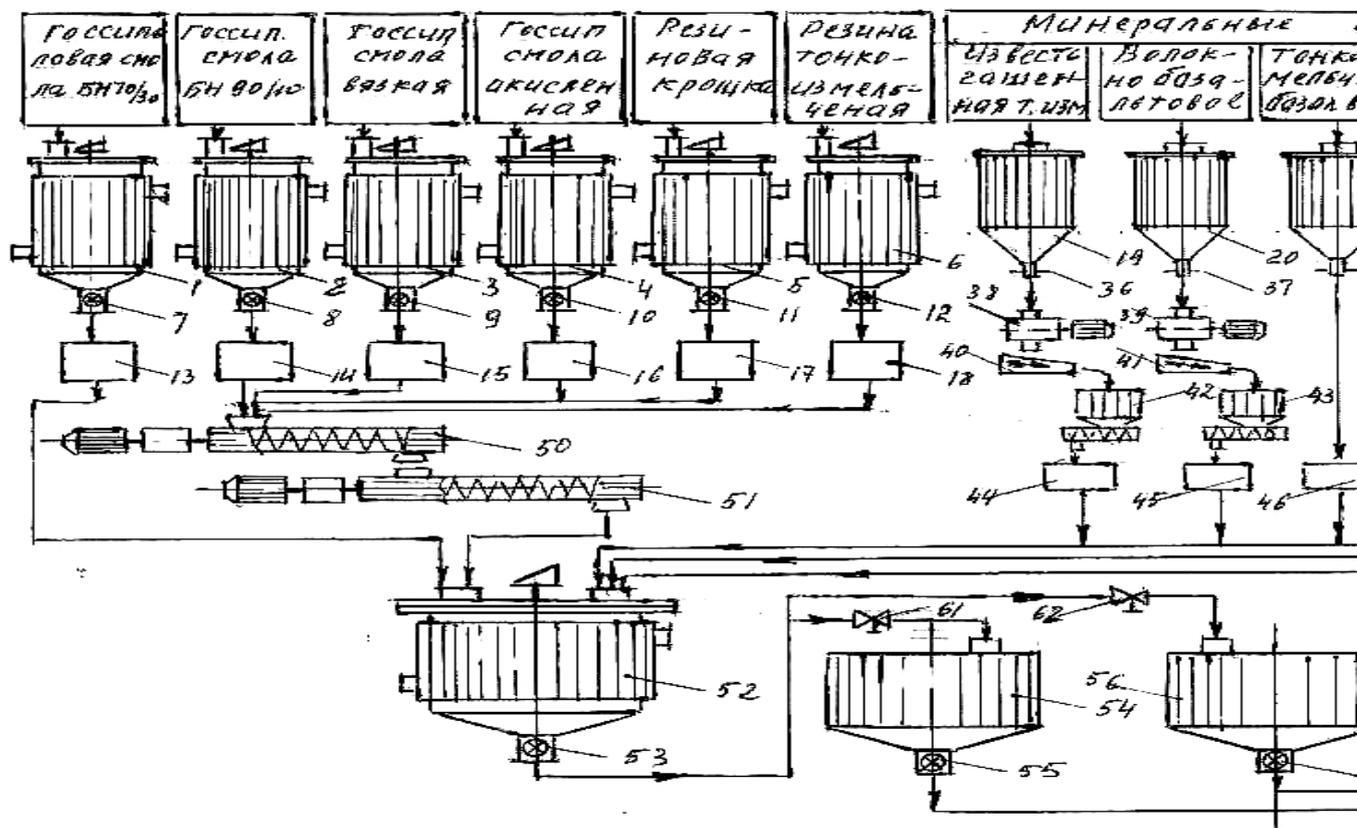
Волокна базальтовые – волокнистая смесь загружается в емкость 20 до полного объема и при открытии задвижки 37 поступает в измельчитель 39 и после измельчения просеивается на вибросите 41, и далее попадает в бункер 43 с подающим шнеком. Измельченное и просеянное базальтовое волокно далее поступает в дозатор 45 и в дозированном количестве попадает в реактор 52.

При наличии тонкоизмельченного базальтового волокна подготовленного заранее, это волокно поступает в емкость 21 и пройдя дозатор 46, также поступает в реактор 52.

Волластонит среднего помола загружается в емкость 22 и при открывании задвижки 26 поступает на сушку 31 и после сушки попадает в дозатор 47, где в дозированном количестве поступает в реактор 52.

Волластонит механоактивированный получается после следующих операций: волластонит среднего помола загружается в емкость 23 до полного объема и при открытии задвижки 27 поступает в камеру сушки 30. После сушки волластонит поступает в измельчитель тонкого помола 32, просеивается на вибросите 35, далее попадает в дозатор 48 и затем загружается в реактор 52.

Песок барханный механоактивированный получается после выполнения следующих операций: волластонит среднего помола загружается в емкость 23 до полного объема и при открывании задвижки 27 поступает в



6.1. Технологическая линия получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик

1,2,3,4,5,6 - Емкости с рубашкой и приводом; 7,8,9,10,11,12,53,55,57-вентили; 13,14,15,16,17,18,44,45,46,47,48,49-дозаторы; 19,20,21,22,23,24-емкости для сыпучих материалов; 25,26,27,28,36,37-задвижки; 38,39-измельчители; 29,30,31-сушилки; 34,35,40,41-вибросита; 32,33-механоактиваторы; 42,43-бункер со шнеком; 50-51-двухшнековый смеситель; 52-реактор для получения герметизирующих материалов и мастик; 54,56-

приемные емкости готовой продукции; 58,59-упаковочная линия; 60-склад; 61,62-краны переключения камеру сушки 30. После сушки волластонит поступает в измельчитель тонкого помола 32, просеивается на вибростите 35, далее попадает в дозатор 48 и затем загружается в реактор 52.

Песок барханный механоактивированный получается после выполнения следующих операций: барханный песок загружают в ёмкость 24 до полного объема и после открытия задвижки 28 он попадает на сушку в сушильную камеру 29, а после сушки поддается в измельчитель-механоактиватор для тонкого помола, и после просеивания на вибростите 34, поступает в дозатор 49, из которого в дозированном количестве поддается в реактор 52.

В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе в реактор 52 загружаются минеральные наполнители: тонкоизмельченная гашеная известь, тонкоизмельченное (или обычное) базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный (или обычный) волластонит и механоактивированный барханный песок. Все эти материалы поступают в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в реакторе 52 в течении 1^{го} часа, в него загружается из смесителя 51 раствор резиновой крошки с битумки, перемешанным с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной карты.

После загрузки указанных компонентов процесс перемешивания в реакторе проводится в течении 1^{го} часа при температуре 130-140⁰С.

Готовый герметизирующий композиционный материал в зависимости от заданных качественных характеристик и назначения подается или в емкость 54 или в емкость 56. После охлаждения готовый продукт подается на упаковочную линию 58 или 50 и далее на склад 60.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ- МАСТИК

Постановка задачи оптимизации

Разработка автоматизированной технологической схемы получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов-мастик способствующей управлять технологическим процессом в оптимальном режиме, где, оптимизация это - выявление наиболее эффективных с точки зрения экономических или других показателей параметров процесса, конструктивных размеров аппаратов, наиболее выгодных эксплуатационных характеристик.

Для рассматриваемой нами задачи целесообразным является выявление наиболее эффективных характеристик системы, для наиболее выгодных эксплуатационных условий.

Сформулирована и решена задача оптимизации в следующей последовательности: постановка задачи оптимизации, выбор критерии оптимизации, выбор оптимизирующих факторов, установление и анализ ограничений на основные параметры процесса, определение целевой функции, решение задачи оптимизации.

Цель оптимизации исследуемого процесса реализация оптимальных условий, обеспечивающих достижение выгодных технико-экономических показателей.

В качестве первоначального критерия оптимизации был рассмотрен общий доход. То есть сделать так, чтобы это производство по данной линии давал бы максимальный прибуыл. То есть большой доход.

Дальнейшей анализ критерия оптимизации показывает, что это фактор требует анализа влияний её составляющих.

$$D_{\text{доход}} = \left(Ц * \left(\frac{\tau_{\text{предл}}}{\tau_{\text{сущ}}} \right) - C_3 \right) * B_{\text{изд}} \rightarrow \max$$

(1)

Ц - цена продукции

$\tau_{\text{предл}}$ - предлагаемый срок службы рекомендуемой мастики

$\tau_{\text{сущ}}$ - предлагаемый срок службы существующей мастики

C_3 – себестоимость продукции

$B_{\text{изд}}$ - количество продукции

В общем случае для достижения максимального дохода предприятия возникает многокритериальная задача в виде:

1. $C_3 \rightarrow \min$,
2. $Ц \rightarrow \max$,
3. $B_{\text{изд}} \rightarrow \max$

Таким образом для увеличения прибыли от производства возникает задача оптимизации, заключающаяся в нескольких важных показателей:

1. Новая мастика должна иметь более высокий срок его использования, увеличение срока службы по сравнению с существующим способствует более высокому экономическому эффекту
2. Климатические условия Узбекистана существенно отличаются от климатических условий тех стран откуда в настоящее время закупается мастика, в частности диапазон изменения температур в Узбекистане на 20°C порой 40°C превышает температурный диапазон этих стран (европейские страны). Для получения хорошей мастики на основе вышеуказанной постановки задачи потребуется изучение, определение и улучшение, т.е. нахождение экстремальных значений по ряду физико – химических показателей, это:
 - Пенитрация;
 - Растяжимость;
 - Температура размягчения;
 - Прочность сцепления с бетоном;
 - Глубина проникания иглы;
 - Температура хрупкости по Фраасу.

Эти показатели можно будет принимать в качестве составителей критерия оптимизации или критериями оптимизации. Таким образом, возникает многокритериальная задача оптимизации.

Из числа таких критериев - показателей как: пенитрация, растяжимости, прочности сцепления с бетоном и глубины проникания иглы, температуру размягчения необходимо максимизация, а температуру хрупкости по Фраасу нужно минимизировать.

пенитрация → max

растяжимость → max

прочность сцепления с бетоном → max

глубины проникания иглы → max

температура размягчения $\rightarrow \max$

температура хрупкости по Фраасу $\rightarrow \min$

Для оптимизации можно рассмотреть факторы способствующие улучшению критериев оптимизации. Они представляются факторами вида: состав мастики, температура и продолжительность смешивания мастики. Изменяя модельную композицию составных компонентов, а также температуру и продолжительность смешивания мастики можно осуществить поиск оптимальных условий, удовлетворяющих необходимым требованиям.

Выбор метода поиска оптимального решения

В качестве метода поиска оптимального решения принято поочередное изменение оптимизирующих параметров. Причем, принята схема группового определения оптимизирующих параметров: Битум БН 70/30; битум БН 90/10; госсиполовая смола; резиновая крошка; гашенная известь; базальтовое волокно; песок. Затем температурный режим. Поиск оптимальных решений приведено **в приложении**

Формализация математических моделей

Математическая модель состава массовых долей компонентов

Для составления математической модели процесса получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик рассматривается материальный баланс технологического процесса и системы:

$$\frac{dm}{d\tau} = \sum G_i - \sum G_{yx} \quad (1)$$

Здесь, масса материала состоит из суммы масс материалаов находящихся в каждом элементе и с учетом того, что масса это есть умножение объёма на плотность, имеется:

$$m = \sum V_i * \rho_i(2)$$

Расход массы по времени равен разности суммы расхода всех входящих материалов и расхода получившейся массы (1). Массу можно представить как сумму множителей объема материала к плотности (2).

$$\sum G_i = G_{\text{бн70/40}} + G_{\text{бн90/10}} + G_{\text{см}} + G_{\text{окис см}} + G_{\text{рез}} + G_{\text{тонк рез}} + G_{\text{изв}} + G_{\text{базальт}} + G_{\text{тонк баз}} + G_{\text{волл}} + G_{\text{мех волл}} + G_{\text{песок}} \quad (3)$$

Масса всех материалов определяется из суммы материалов, входящих в систему: битум БН70/40, БН90/10, вязкой госсиполовой смолы, окисленной госсиполовой смолы, резиновой крошки, тонкоизмельченной резины, гашенной извести, волокно базальтовое, тонкоизмельченное волокно базальтовое, волластонит, механоактивированный волластонит, механоактивированный барханный песок. (3).

Полученная математическая модель выражает материальный баланс всей системы в целом, с учетом всех входящих материалов.

Математическая модель процесса получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик

Для составления математической модели процесса получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик рассмотрим материальный баланс реактора:

$$\frac{dm}{d\tau} = \sum G_i - G_{yx} \quad (4)$$

Расход массы по времени равен разности суммы расхода всех входящих материалов и расхода получившейся массы.

$$\begin{aligned} \sum G_i = & G_{бн70/40} + G_{бн90/10} + G_{см} + G_{окис см} + G_{рез} + G_{тонк рез} + G_{изв} + G_{базальт} \\ & + G_{тонк баз} + G_{волл} + G_{мех волл} + G_{песок} \end{aligned}$$

Представим массу как произведение объема на плотности получим:

$$m = V * \rho(5)$$

Объем можно представить как произведение площади поперечного сечения на высоту:

$$V = S * H(6)$$

Преобразуя формулу (4) получим:

$$\frac{d(S*H*\rho)}{d\tau} = \sum G_i - G_{yx} \quad (7)$$

Учитывая площадь поперечного сечения и плотность постоянными и преобразуя формулу (7), имеем:

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{1}{S*\rho} * (\sum G_i - G_{yx})(8)$$

Получили изменение высоты уровня реактора по времени (8)

Математическая модель 3

Для составления математической модели процесса получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и

мастик рассмотрим тепловой баланс технологического процесса и системы:

$$\frac{d(m*c*t)}{dt} = \sum G_i * c_i * t_i - G_{yx} * c_{yx} * t + (D_i - D_{конд} * t_{конд}) \quad (9)$$

Учитывая постоянство массы и теплоемкости получим:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{m*c} * \left(\sum G_i * c_i * t_i - G_{yx} * c_{yx} * t + (D_i - D_{конд} * t_{конд}) \right) \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \sum G_i * c_i * t_i = & G_{бн70/30} * c_{бн70/30} * t_{бн70/30} + G_{бн90/10} * c_{бн90/10} * t_{бн90/10} + \\ & G_{см} * c_{см} * t_{см} + G_{окис см} * c_{окис см} * t_{окис см} + G_{резина} * c_{резина} * t_{резина} + \\ G_{тонк рез} * c_{тонк рез} * t_{тонк рез} + & G_{изв} * c_{изв} * t_{изв} + G_{баз} * c_{баз} * t_{баз} + G_{тонк баз} * \\ c_{тонк баз} * t_{тонк баз} + G_{волл} * c_{волл} * t_{волл} + & G_{волл мех} * c_{волл мех} * t_{волл мех} + \\ & G_{песок} * c_{песок} * t_{песок} \quad (11) \end{aligned}$$

Формула (9) выражает тепловой баланс всей системы. Здесь расход тепла по времени равен разности теплоемкости всех входящих материалов и теплоемкости уходящей массы с расходом конденсата.

Теплоемкость всех материалов определяется из суммы теплоемкостей материалов, входящих в систему: битум БН70/30, БН90/10, вязкой госсиполовой смолы, окисленной госсиполовой смолы, резиновой крошки, тонкоизмельченной резины, гашенной извести, волокно базальтовое, тонкоизмельченное волокно базальтовое, волластонит, механоактивированный волластонит, механоактивированный барханный песок.

Формализация компьютерных моделей

Формализация компьютерной модели статистики процессов

С помощью программы MATLAB была создана компьютерная модель технологического процесса получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик по статистике объекта, и динамики по уровню и по температуре в реакторе, в которую входят:

1. Таблица ввода данных;
2. Компьютерная модель реактора;
3. Подсистема, оформленная в виде отдельного блока.

Таблица

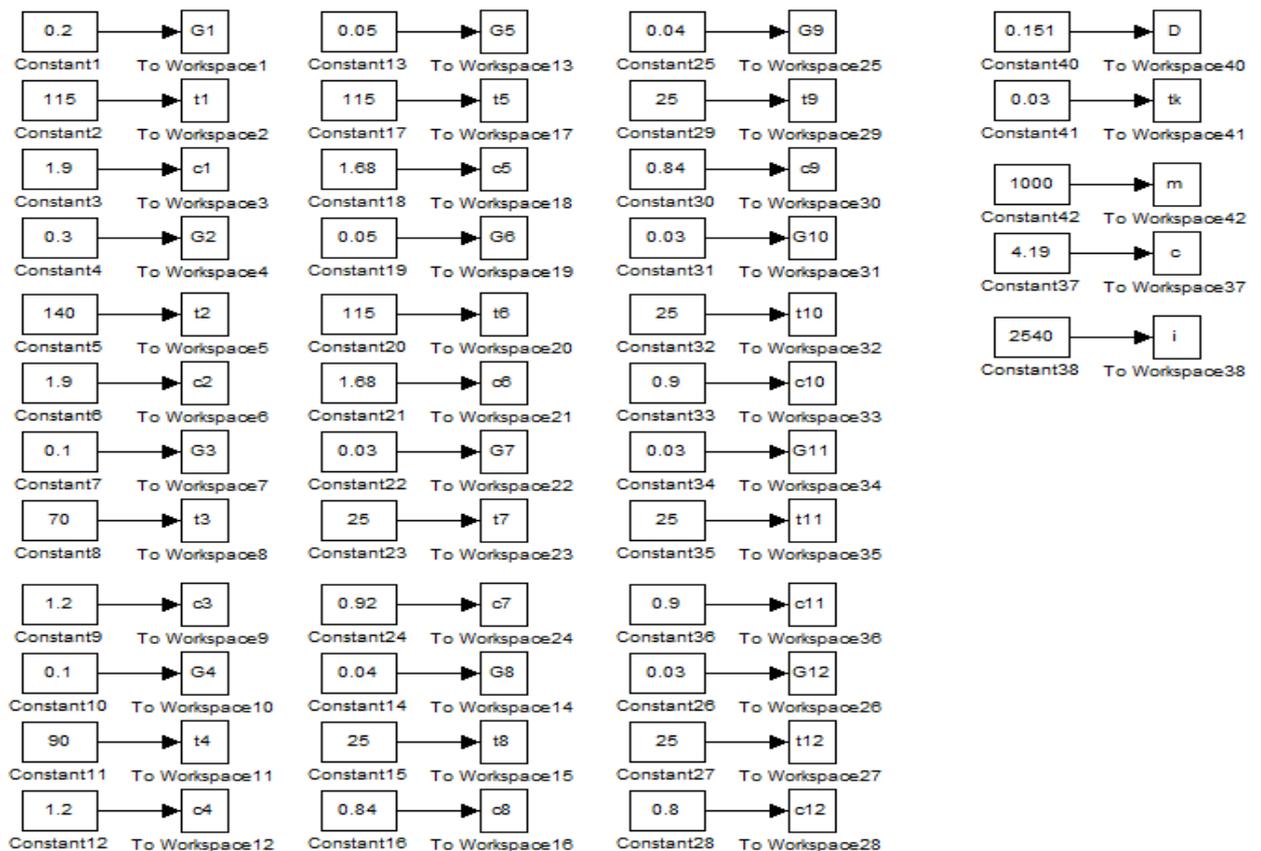


Таблица ввода данных Рис 1.

На рисунке 1 представлена таблица ввода данных, в которой показаны все численные значения параметров системы. Здесь каждый блок обозначает параметр и его численное значение. В нашей системе используется 12 компонентов с расходом, температурой и теплоемкостью:

1. Расход (G_1), температура (t_1) и теплоемкость (c_1) битума марки БН 70/30;
2. Расход (G_2), температура (t_2) и теплоемкость (c_2) битума марки БН 90/10;
3. Расход (G_3), температура (t_3) и теплоемкость (c_3) вязкой госсиполовой смолы;
4. Расход (G_4), температура (t_4) и теплоемкость (c_4) окисленной госсиполовой смолы;
5. Расход (G_5), температура (t_5) и теплоемкость (c_5) резиновой крошки;
6. Расход (G_6), температура (t_6) и теплоемкость (c_6) тонкоизмельченной резины;
7. Расход (G_7), температура (t_7) и теплоемкость (c_7) гашеной извести;
8. Расход (G_8), температура (t_8) и теплоемкость (c_8) базальтового волокна;
9. Расход (G_9), температура (t_9) и теплоемкость (c_9) тонкоизмельченного базальтового волокна;
10. Расход (G_{10}), температура (t_{10}) и теплоемкость (c_{10}) волластонита;
11. Расход (G_{11}), температура (t_{11}) и теплоемкость (c_{11}) механоактивированного волластонита;
12. Расход (G_{12}), температура (t_{12}) и теплоемкость (c_{12}) механоактивированного песка.

Кроме всех основных компонентов, участвующих в процессе, в таблице указано количество пара (D), необходимое на нагрев в реакторе; температура

конденсата (t_k), теплоемкость конденсата ©, энтальпия пара (i) и общая масса (m), выходящая из реактора.

Исследование на компьютерной модели статике процесса

При составлении математической и компьютерной модели за основу приняты массовые доли компонентов k , для расчета массы, в случае периодического процесса, каждого компонента использовано уравнение:

$$G_i = k_i * G_{yx}$$

На рисунке 2 представлена подсистема модели, по которой можно определить массовую долю каждого материала. Это осуществляется за счет перемножения массовой доли каждого компонента на соответствующий коэффициент, который зависит от массы материала. На выходе получается численное значение массы каждого компонента готового материала:

Для определения оптимальных значений расхода каждого компонента материала рассмотрим компьютерную модель статике процесса:

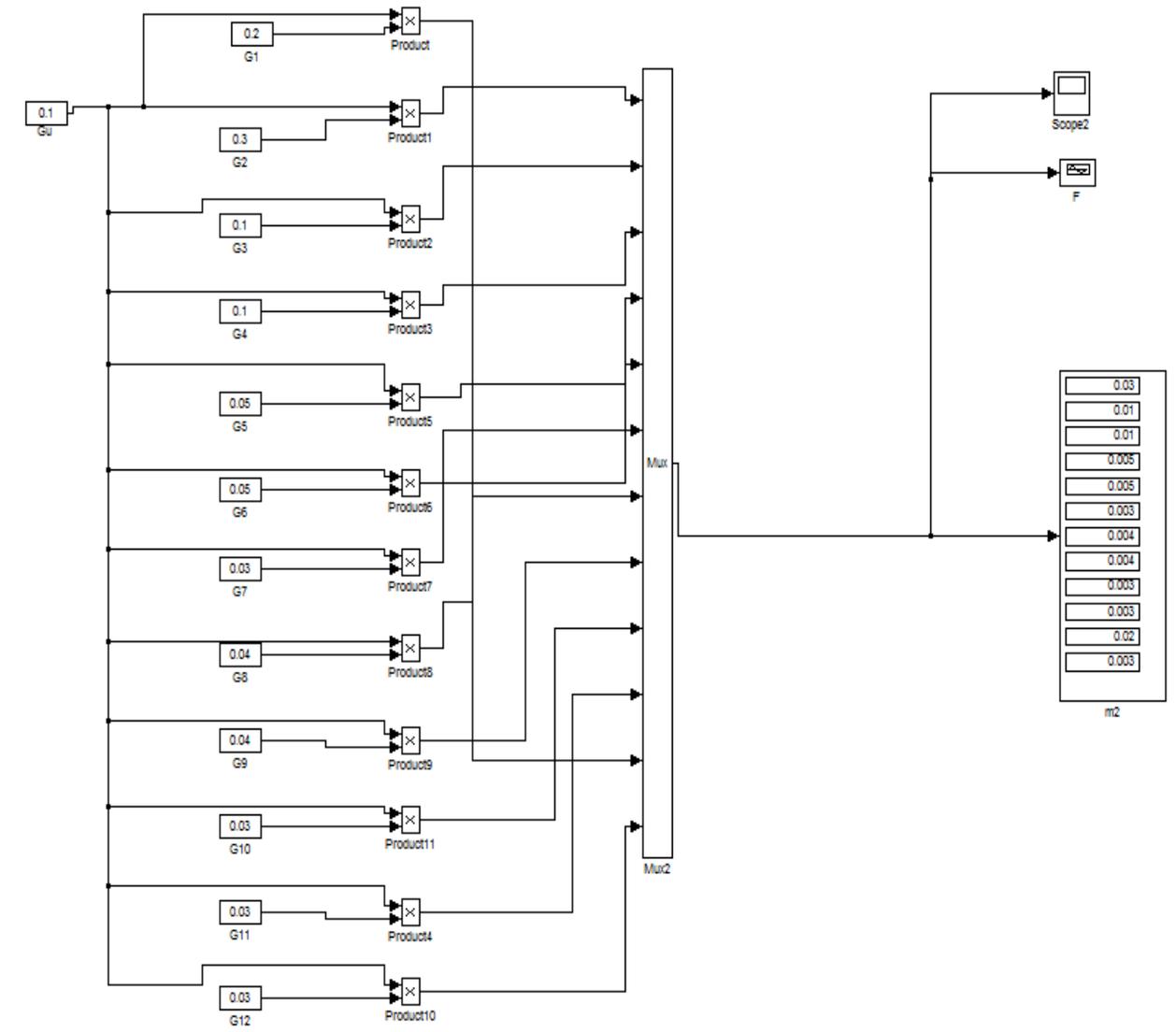


Рис 2.

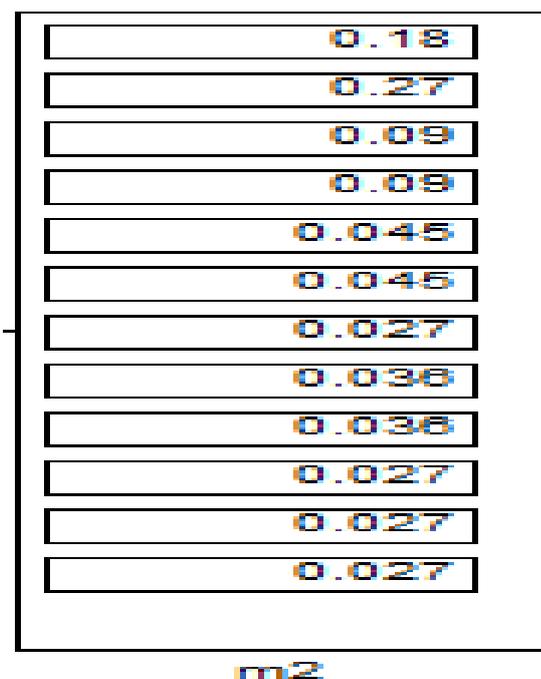


Рис 3.

Задав массу готового материала в тоннах, получено численное значение массы каждого компонента материала. На основе компьютерной модели была составлена таблица значений массы каждого компонента материала для различных значений готовой продукции:

m	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
0.1	0.03	0.01	0.01	0.005	0.005	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.02	0.003
0.2	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.006	0.008	0.008	0.006	0.006	0.04	0.006
0.3	0.09	0.03	0.03	0.015	0.015	0.009	0.012	0.012	0.009	0.009	0.06	0.009
0.4	0.12	0.04	0.04	0.02	0.02	0.012	0.016	0.016	0.012	0.012	0.08	0.012
0.5	0.15	0.05	0.05	0.025	0.025	0.015	0.02	0.02	0.015	0.015	0.1	0.015
0.6	0.18	0.06	0.06	0.03	0.03	0.018	0.024	0.024	0.018	0.018	0.12	0.018
0.7	0.21	0.07	0.07	0.035	0.035	0.021	0.028	0.028	0.021	0.021	0.14	0.021
0.8	0.24	0.08	0.08	0.04	0.04	0.024	0.032	0.032	0.024	0.024	0.16	0.024
0.9	0.27	0.09	0.09	0.045	0.045	0.027	0.036	0.036	0.027	0.027	0.18	0.027
1	0.3	0.1	0.1	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.2	0.03

Здесь изменяя массу готового материала от 0.1 до 1 тонны была составлена таблица массы каждого компонента материала.

Формализация компьютерной модели динамики процесса уровня в реакторе и разработка системы управления уровнем материала в реакторе

Исходя из материального баланса системы, была составлена компьютерная модель регулирования уровня внутри реактора. Формула материального баланса выглядит следующим образом:

$$\frac{dm}{d\tau} = \sum G_{\text{в}} - G_{\text{вых}};$$

Здесь:

$$m = S * H * \rho$$

Отсюда:

$$\frac{d(S*H*\rho)}{d\tau} = \sum G_{\text{в}} - G_{\text{вых}};$$

В итоге изменение уровня материала в реакторе характеризуется моделью неустойчивого элемента, в виде:

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{1}{S*\rho} * (\sum G_{\text{в}} - G_{\text{вых}}).$$

На основе рассмотренных математических описаний составлена компьютерная модель (рис. 4)

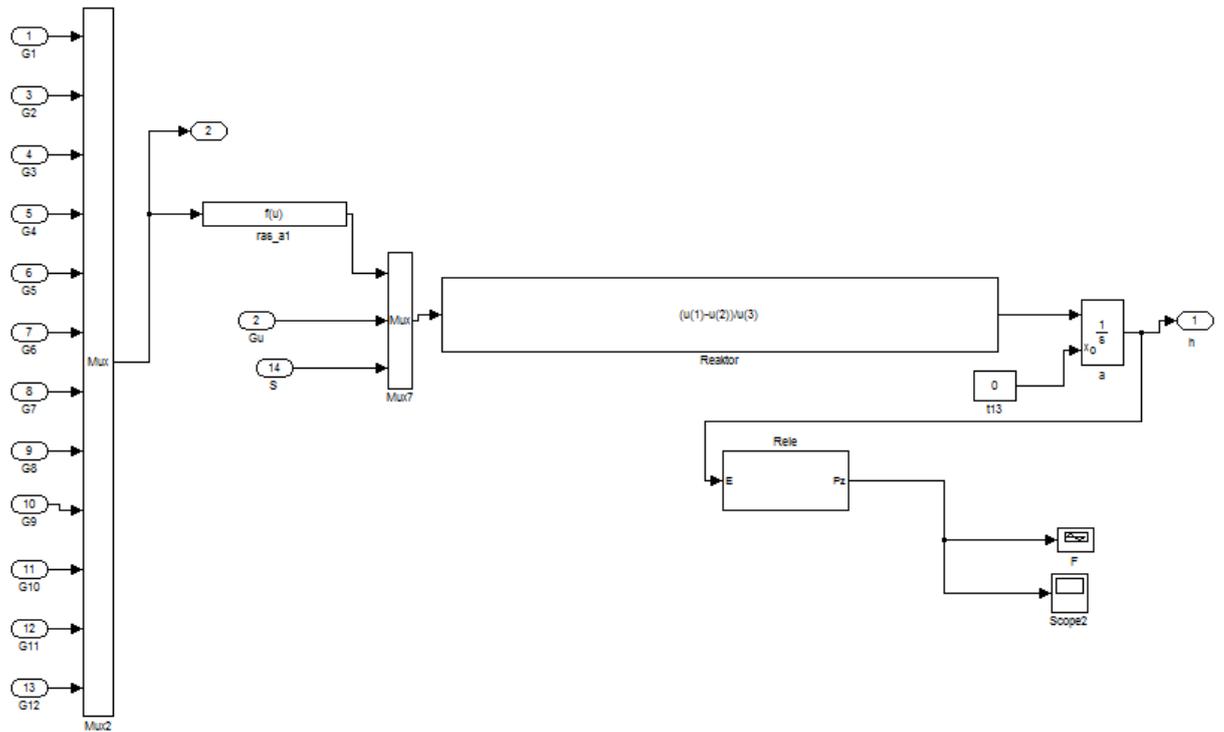


Рис 4.

На рисунке 4 видно, что расход всех компонентов материала поступает в блок Mux, в котором собираются все значения затем в отдельном блоке они суммируются. Далее сумма всех расходов компонента, уходящий расход и площадь поперечного сечения поступает в блок Mux и далее идет в блок, характеризующий процесс наполнения реактора:

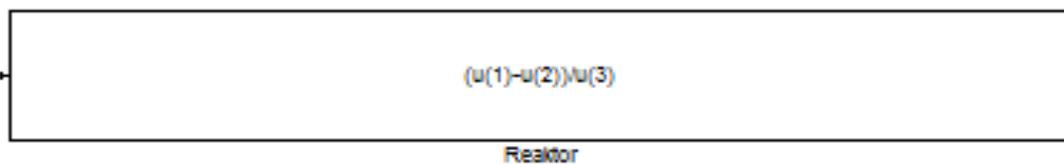


Рис 5

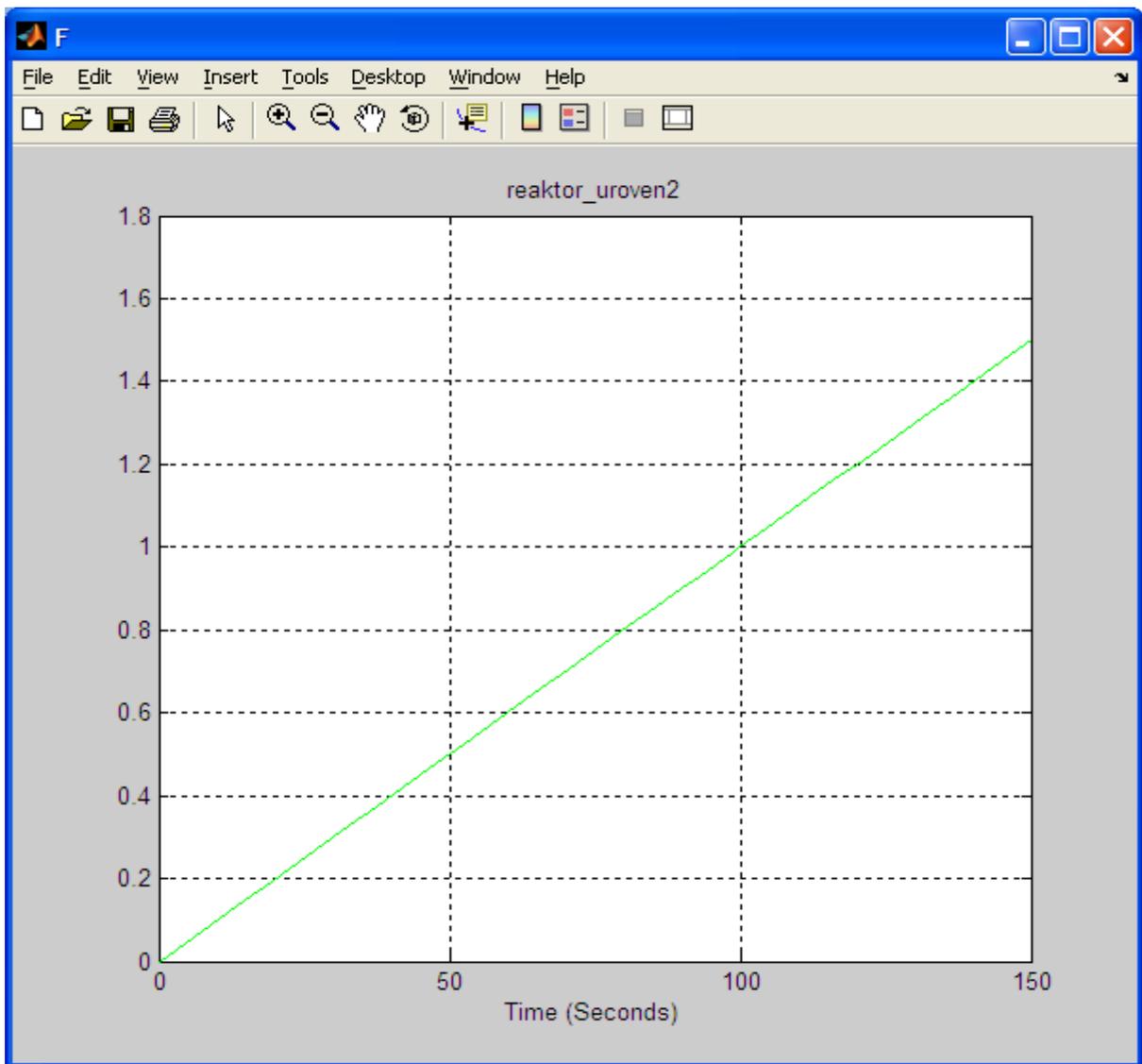


Рис 6.

Задав время 150 секунд, при значениях массы готового материала – 0.1 и расхода уходящей массы 0.09. Из этого графика видно, что процесс неустойчивый, реактор заполнился за 100 секунд после этого идет сигнал об остановке подачи компонентов материала (Рис. 6)

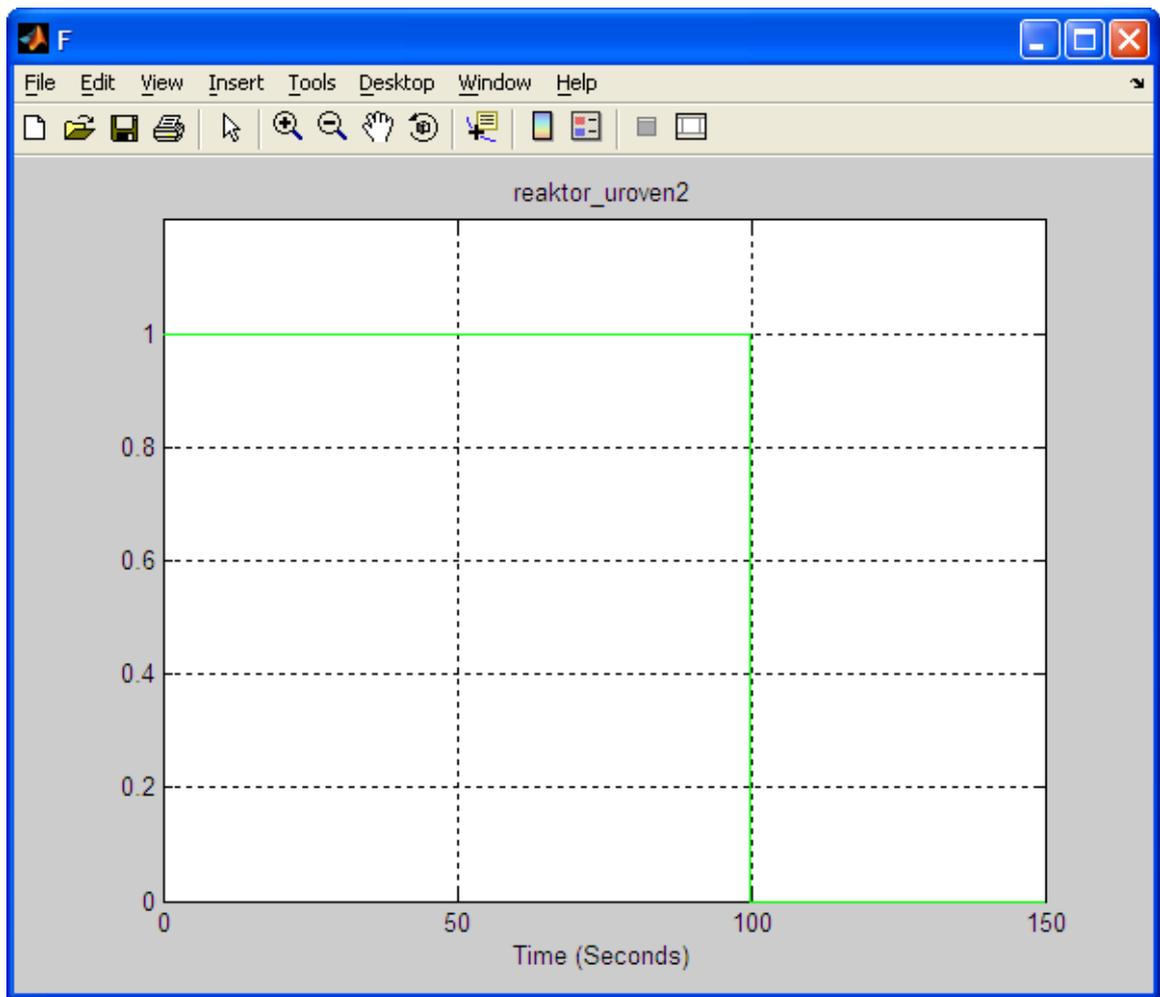


Рис 7.

Задав время 150 секунд и нажав кнопку старта симуляции, видно, что по истечении 100 секунд, блок Rele отключает подачи компонентов материала реактор иподдерживая уровень в определенном значении переходит к регулированию температуры материала (Рис. 7)

Формализация компьютерной модели динамики процесса нагрева в реакторе и разработка системы управления температурой материала в реакторе

Модель изменения температуры материала в реакторе.

Исходя из теплового баланса системы, где расход тепла по времени равен разности теплоемкости всех входящих материалов и теплоемкости уходящей массы с расходом конденсата, который определяется по формуле:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{m * c} * \left(\sum G_i * c_i * t_i - G_{\text{ух}} * c_{\text{ух}} * t + (D_i - D_{\text{конд}} * t_{\text{конд}}) \right)$$

Где: m – масса материала;

c – теплоемкость материала;

G_i – расход i -го компонента;

c_i – теплоемкость i -го компонента;

t_i – температура i -го компонента;

$G_{\text{ух}}$ – расход уходящего материала;

$c_{\text{ух}}$ – теплоемкость уходящего материала;

t – температура уходящего материала;

D_i – количество пара;

$D_{\text{конд}}$ – количество конденсата;

$t_{\text{конд}}$ – температура конденсата.

Рассмотрим компьютерную модель:

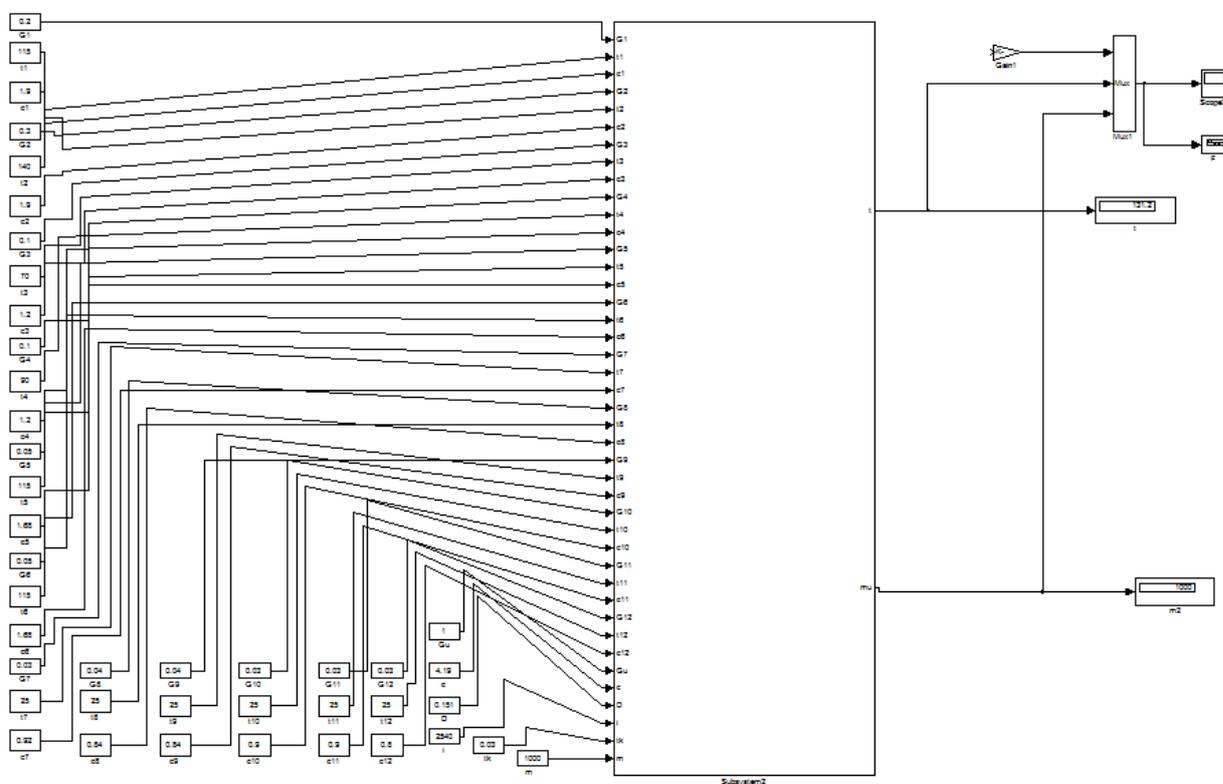


Рис 8.

Подсистема это фрагмент **Simulink**-модели, оформленный в виде отдельного блока. Использование подсистем при составлении модели имеет следующие положительные стороны:

1. Уменьшает количество одновременно отображаемых блоков на экране, что облегчает восприятие модели (в идеале модель полностью должна отображаться на экране монитора).
2. Позволяет создавать и отлаживать фрагменты модели по отдельности, что повышает технологичность создания модели.
3. Позволяет создавать собственные библиотеки.
4. Дает возможность синхронизации параллельно работающих подсистем.
5. Позволяет включать в модель собственные справочные средства.
6. Дает возможность связывать подсистему с каким-либо **m**-файлом, обеспечивая запуск этого файла при открытии подсистемы (нестандартное открытие подсистемы).

На рисунке 8 представлена подсистема, в которую входят численные значения всех параметров. Задав все параметры, на выходе имеется два значения - масса и температура материала.

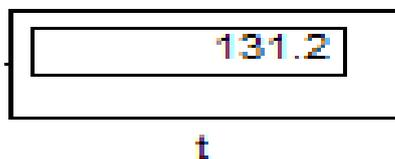


Рис 9.

Рис. 9 представлен в виде блока измерительного устройства, который измеряет значение температуры выходящего материала. В данном случае температура составляет 131.2°C . Температуру в реакторе можно регулировать, изменяя количество подаваемого пара.

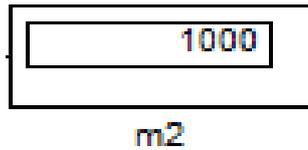


Рис 10.

Рис. 10 представлен в виде измерительного устройства, который измеряет массу выходящего материала. В данном случае, масса равна 1 тонне, но ее можно изменять посредством увеличения расхода материалов.

Внутри блока расчета составлена компьютерная модель реактора со всеми входящими и выходящими параметрами в которой регулируется температура в виде:

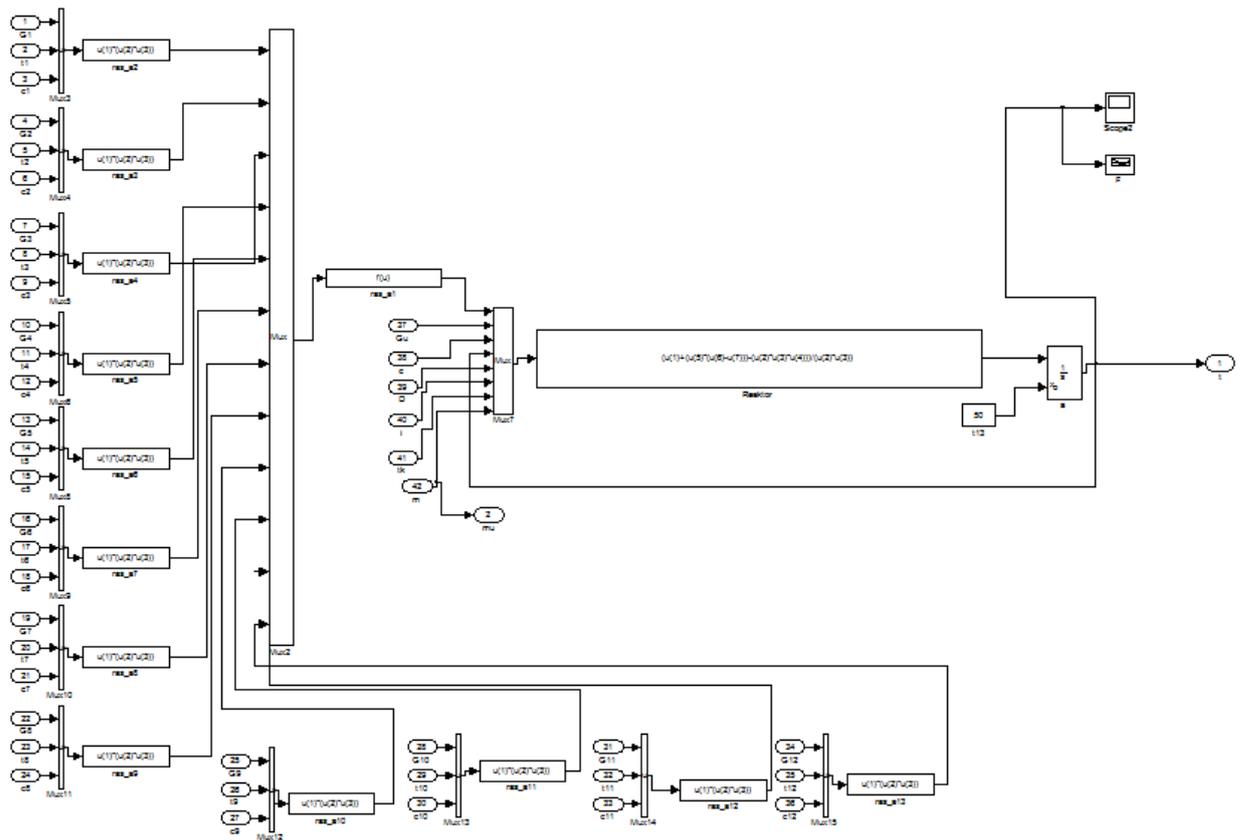


Рис 11.

Отдельной моделью показан пример расчета тепловой энергии выбранного компонента, в следующем виде:

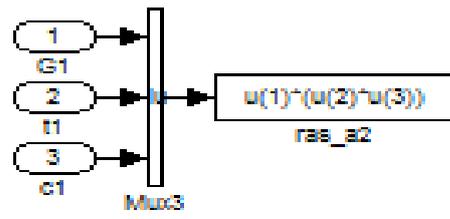


Рис 12.

Рис.12 Компьютерная модель определения тепловой энергии одного компонента материала.

В качестве примера взяли определение тепловой энергии битума марки БН 70/30. На рисунке видно, что входящими параметрами в блок Мух являются расход (G1), температура (t1) и теплоемкость (c1). Далее эти три параметра перемножаются в отдельном блоке и на выходе получается одно значение. Аналогично определяются теплоты всех остальных материалов.

Теплоты всех материалов входят в блок Мух, который объединяет входные сигналы в общий вектор и затем путем сложения всех значений теплоты, получаем тепловую энергию продукта в реакторе (рис.13).

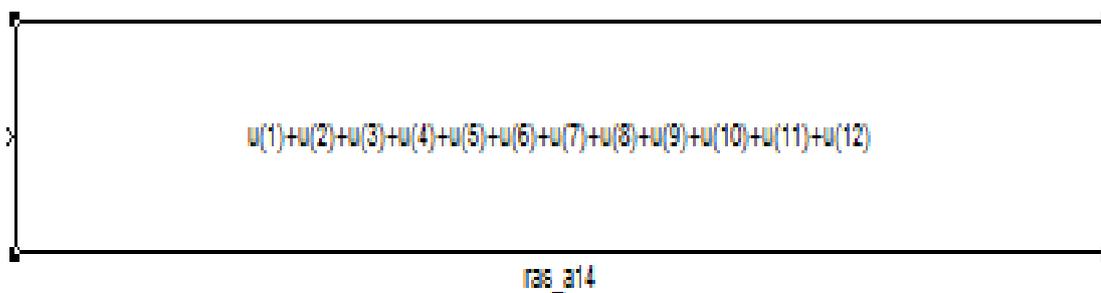


Рис 13.

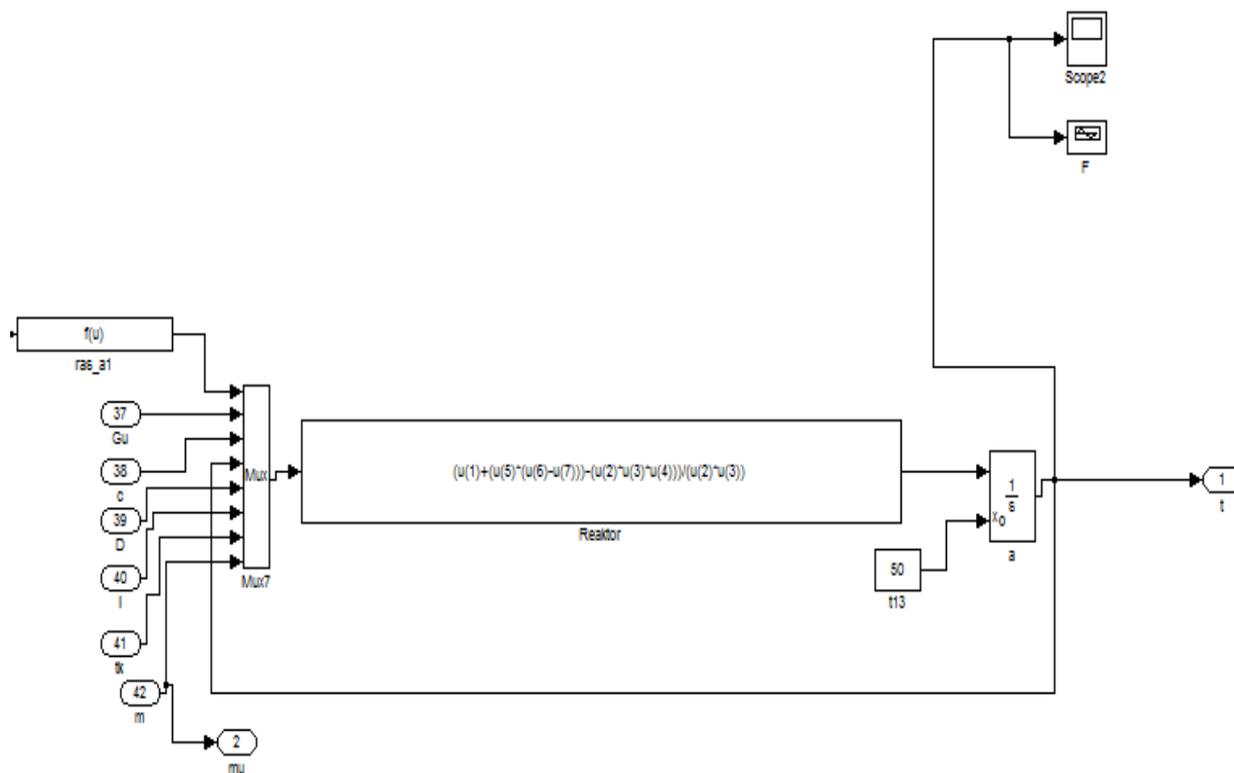


Рис 14.

На рисунке 14 представлена компьютерная модель теплового баланса объекта с следующими входными параметрами: суммарная теплота всех компонентов; расход уходящего материала (G_u); теплоемкость материала c ; температура уходящего материала (t); количество пара (D); энтальпия пара (i); температура конденсата (t).

После составления компьютерной модели, нажав на кнопку старта симуляции, предварительно задав время 10 рассмотрим график переходной функции температуры материала (рис. 15). Как видно объект имеет характер устойчивого инерционного звена.

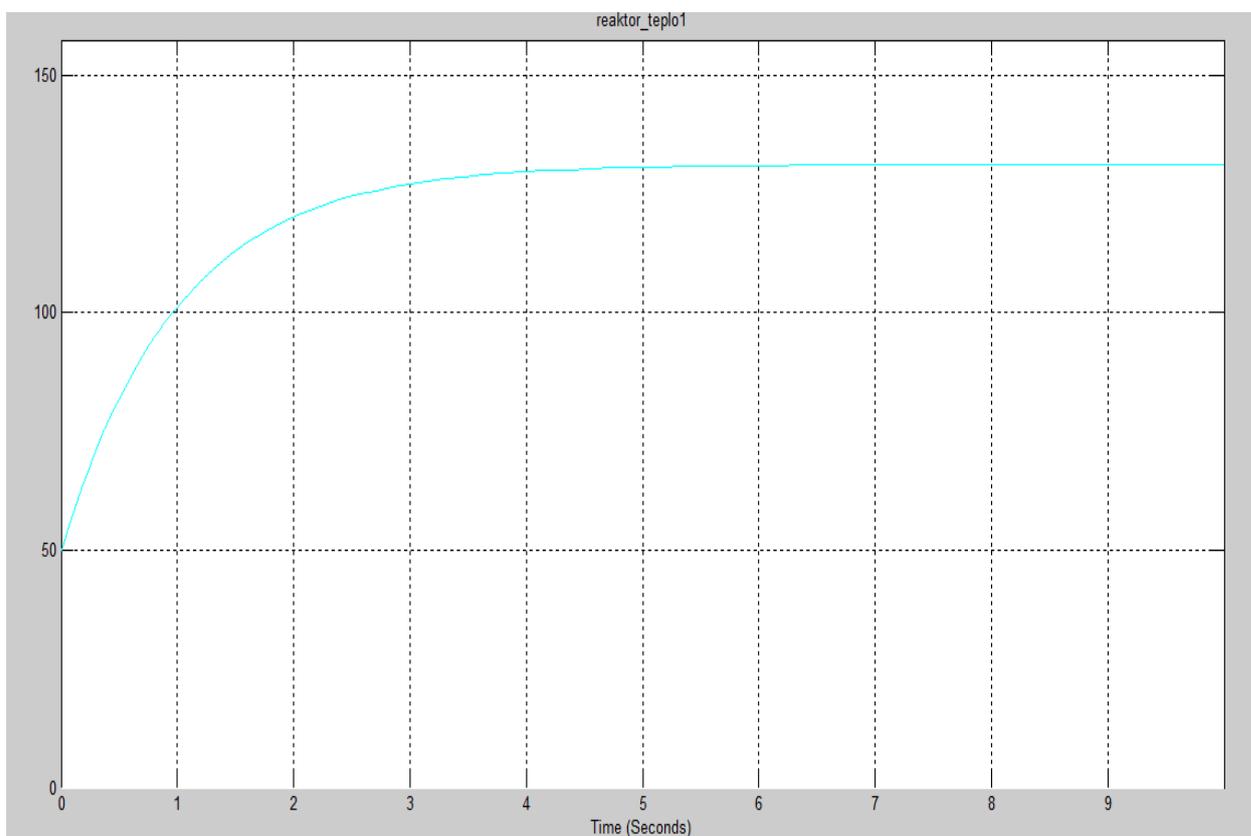


Рис. 15

Из графика видно, что температура начиная с 50 °C повышается в пределах 130 – 140 °C, что удовлетворяет условию.

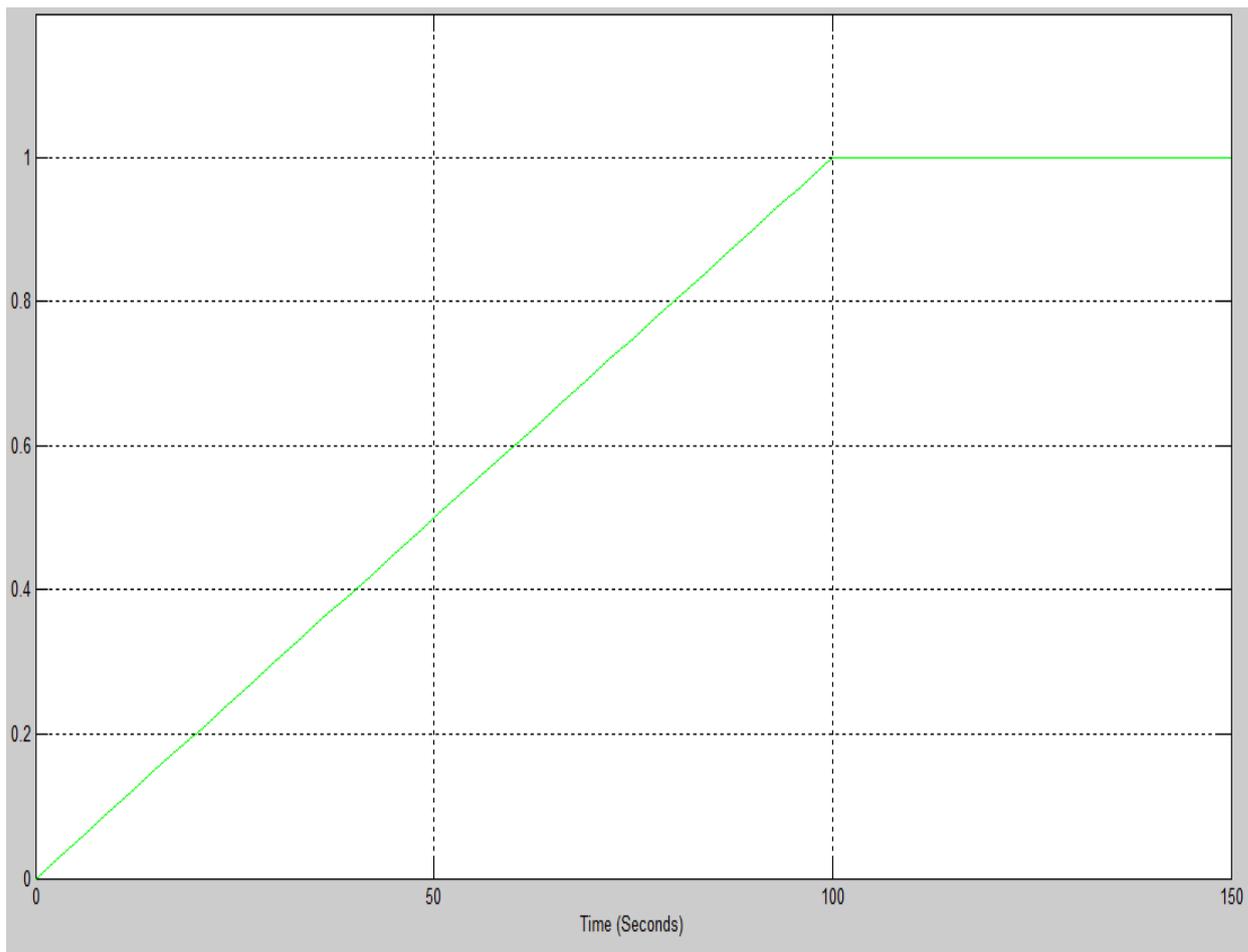


Рис. 17

На рис. 17 графически показано заполнение реактора. Задав массу готового продукта – 0.01 и указав время 150 секунд, реактор полностью заполнится за 100 секунд.

Составление компьютерной модели регулирования температуры объектаполучения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик

Основными показателями реактора, определяющими ход технологического процесса и пределы его изменения являются расход пара и температура материала. Температуру материала выбираем в пределах 130 – 140⁰С.

Для составления системы автоматического регулирования изучаем управляемый параметр, его среднее значение, пределы изменения, допустимая ошибка, приведенная погрешность.

Значение возмущения на объект: $Z=G_{п}= 1\text{ кг/с}$.

Разработка системы автоматического регулирования

Для разработки САР реактора необходимо следующее:

1. Досконально изучается объект
2. Определяем параметры. Из числа входных выбираем управляющий параметр. В данном случае это расход пара.

Из числа выходных параметров выбираем управляемый параметр – температура материала

3. Определяем характер
4. Определяем математическую и компьютерную модели
5. Имея в виду модель объекта составляется компьютерная модель САР экстракции

Проводятся эксперименты на компьютере, выявляются оптимальные параметры регулятора

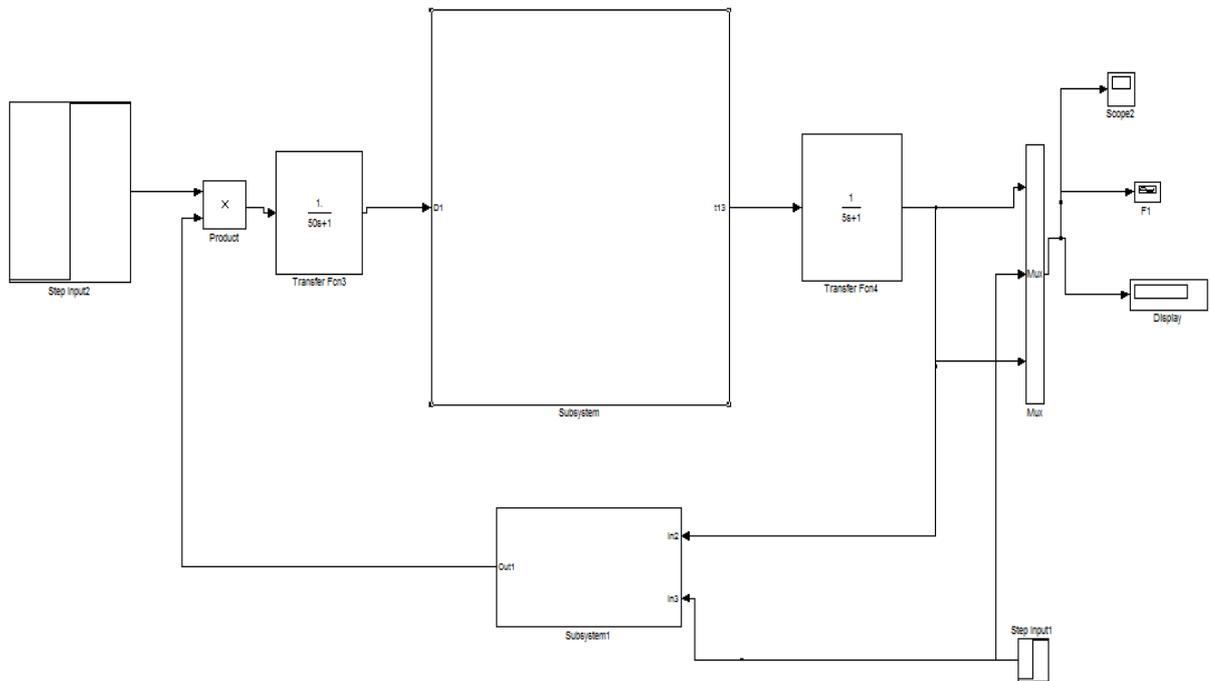


Рис. 1

В САР системы входят: блок для создания ступенчатого возмущения (StepInput); блок, характеризующий исполнительный механизм, объект системы, помещенный в подсистему; датчик; автоматический регулятор; задающее воздействие (Рис. 1).

Из серии различных законов регулирования был выбран пропорционально – интегральный регулятор с коэффициентами: $K_i = 0.0002$, $K_p = 0.001$. (Рис. 2)

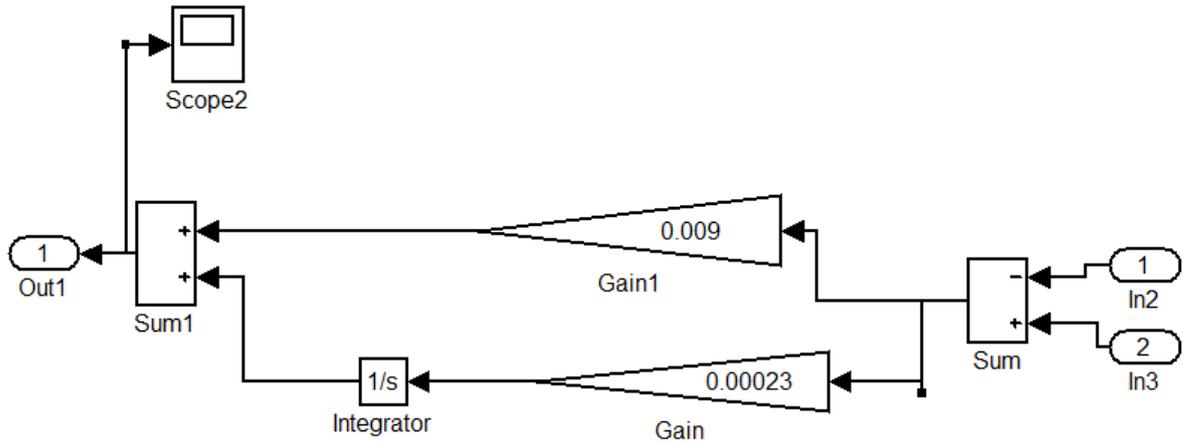


Рис. 2

Проводя серию экспериментов, получены результаты компьютерного моделирования системы управления объектом по компьютерной модели (МАТЛАБ) и ПИ регулятором:

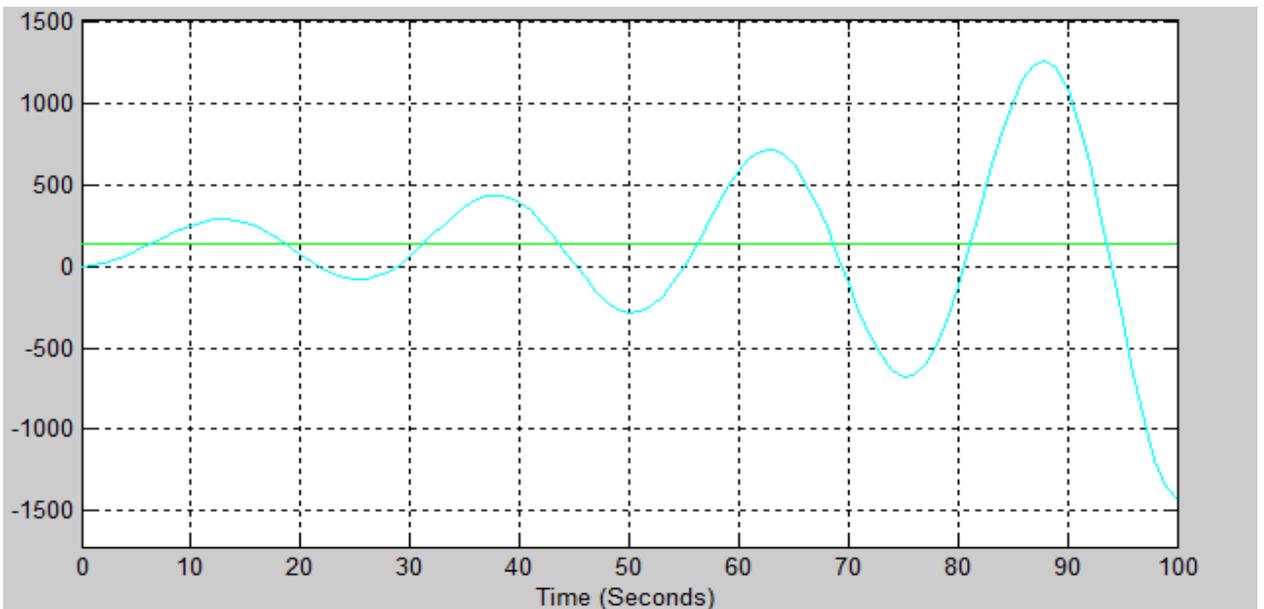


Рис. 3

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.002$; $K_p = 0.009$ является неустойчивым, с большим отклонением. (Рис. 3).

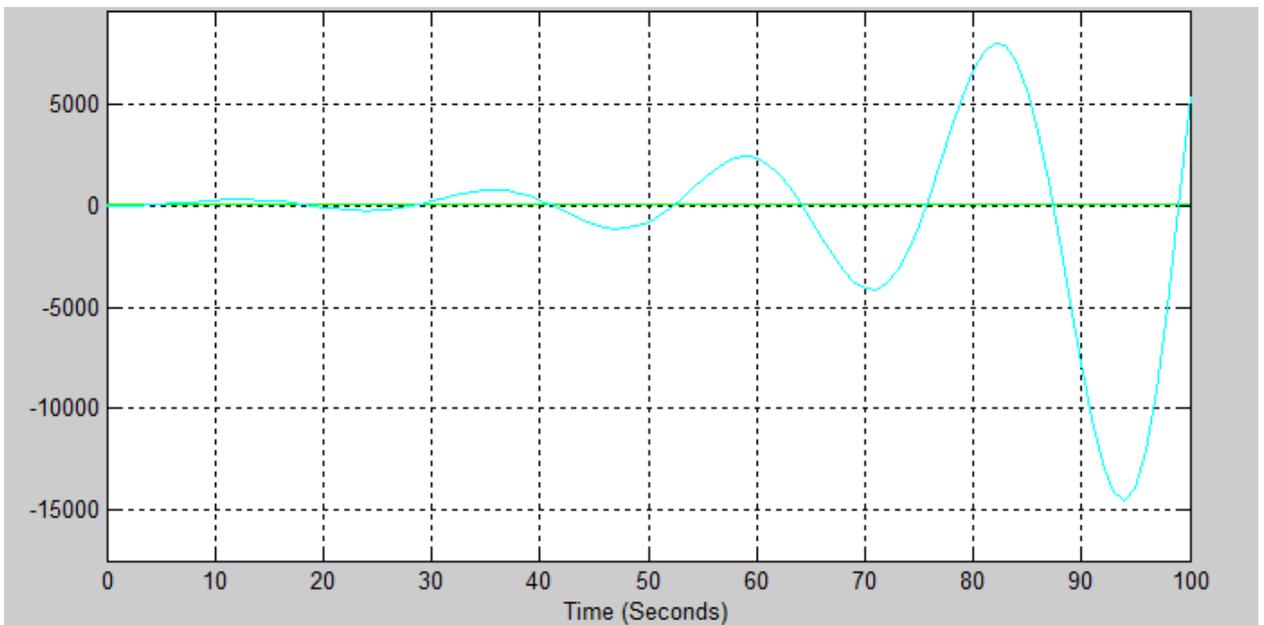


Рис. 4

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.003$; $K_p = 0.009$, в начале устойчив, затем сильно отклоняется от заданного значения (Рис. 4)

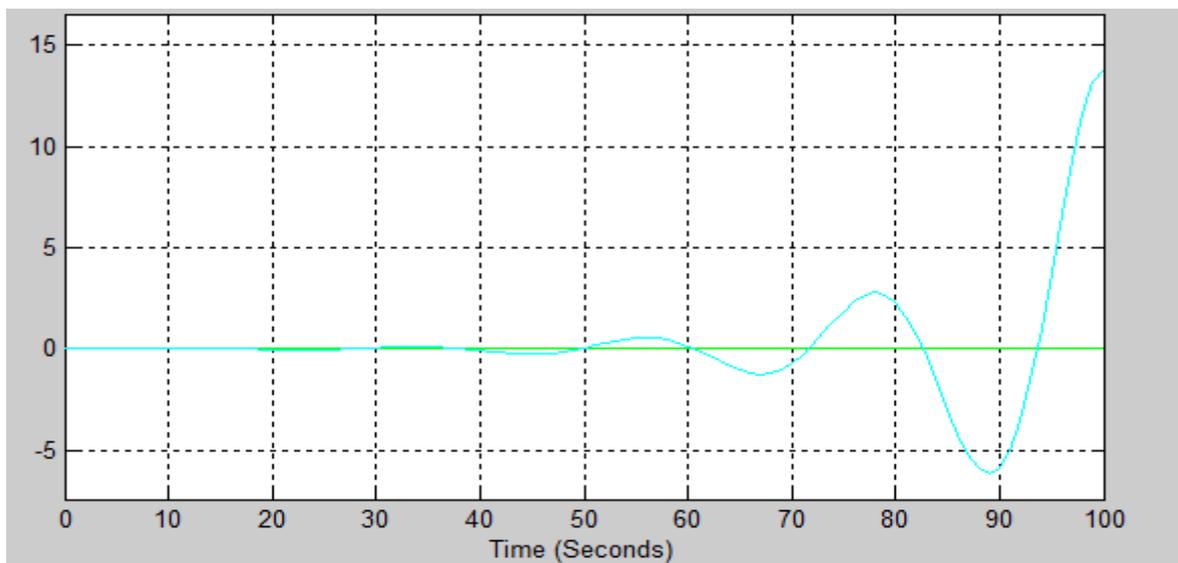


Рис. 5

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.004$; $K_p = 0.009$, в начале не изменяется, затем отклоняется от заданного значения (Рис. 5)

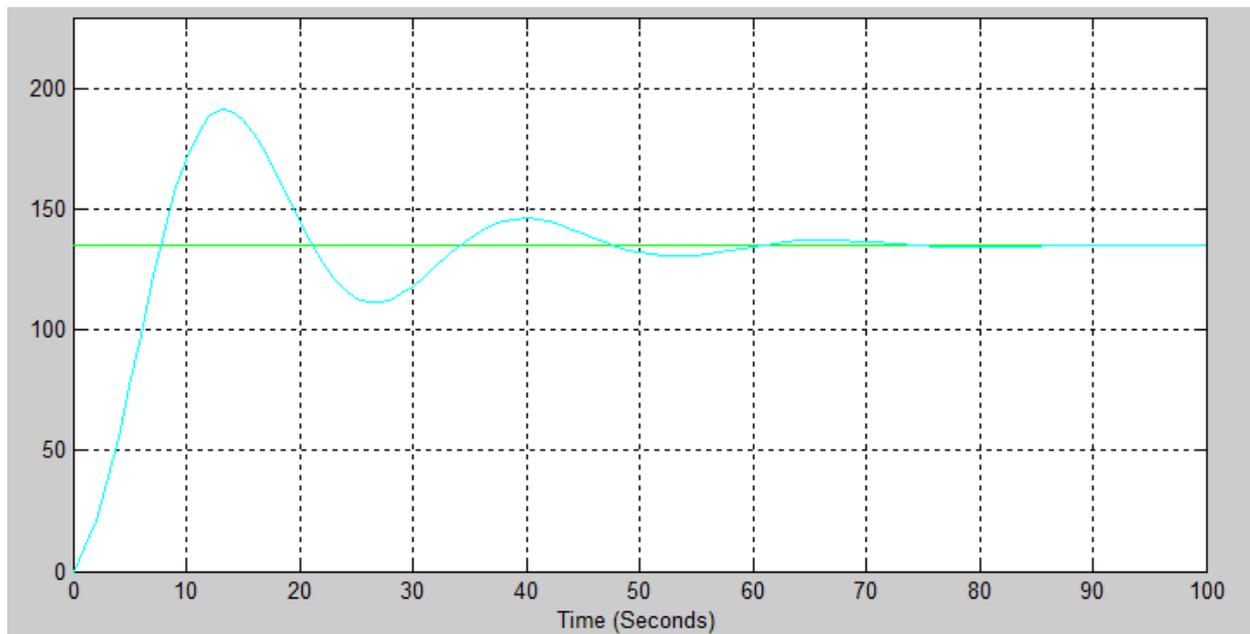


Рис. 6

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.00023$; $K_p = 0.009$, с небольшим отклонениями график за время 75 секунд приходит в устойчивое положение (Рис. 6)

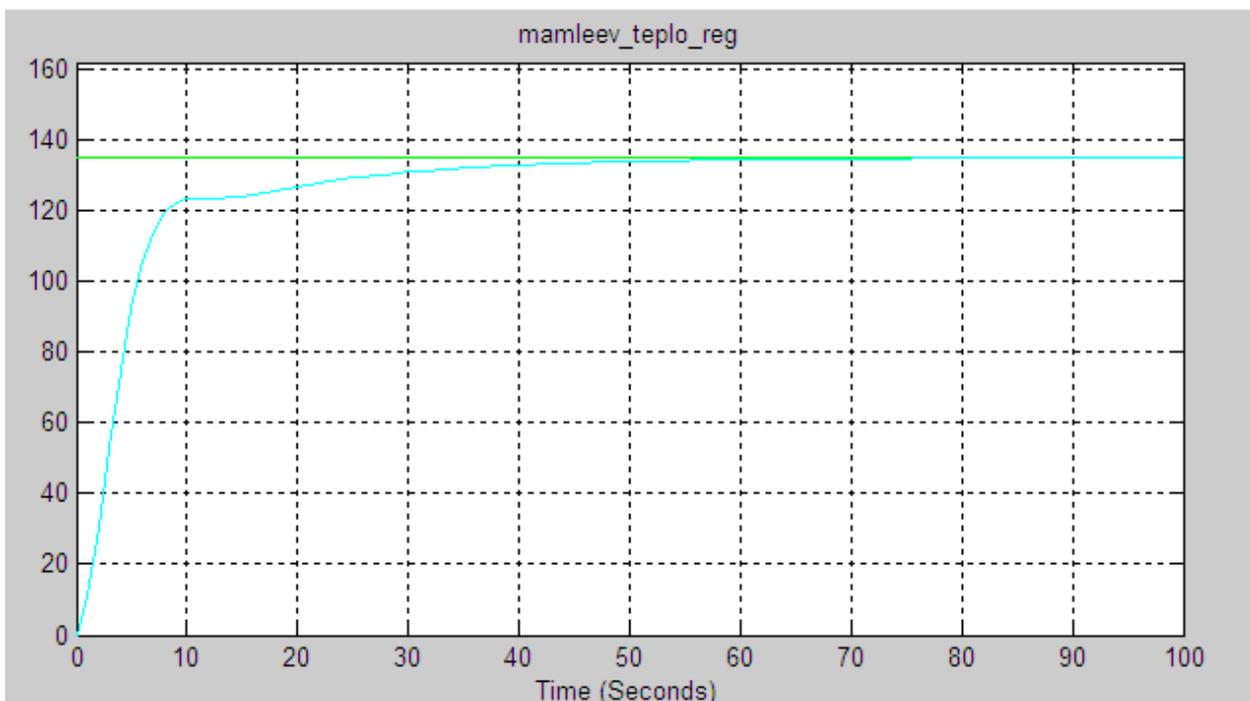


Рис. 7

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.0002$; $K_p = 0.002$, график не отклоняется от заданного значения, за время 60 секунд приходит в устойчивое положение (Рис. 7)

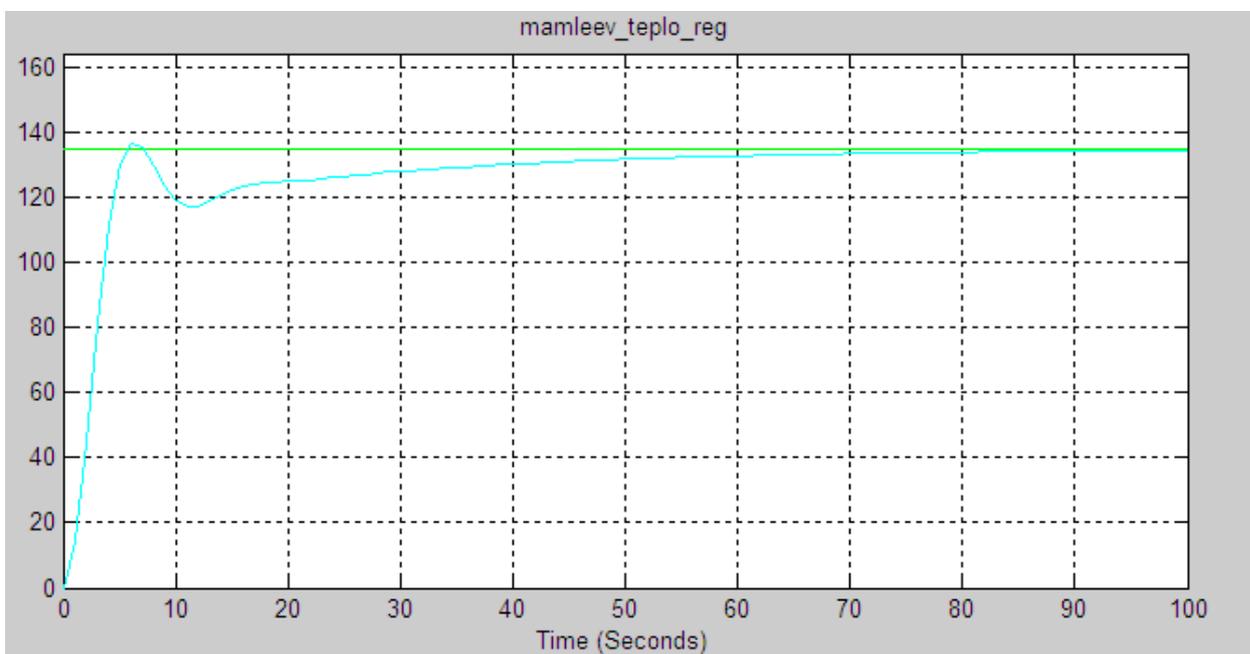


Рис. 8

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.0002$; $K_p = 0.004$, график не отклоняется от заданного значения, долго приходит в устойчивое положение (Рис. 8)

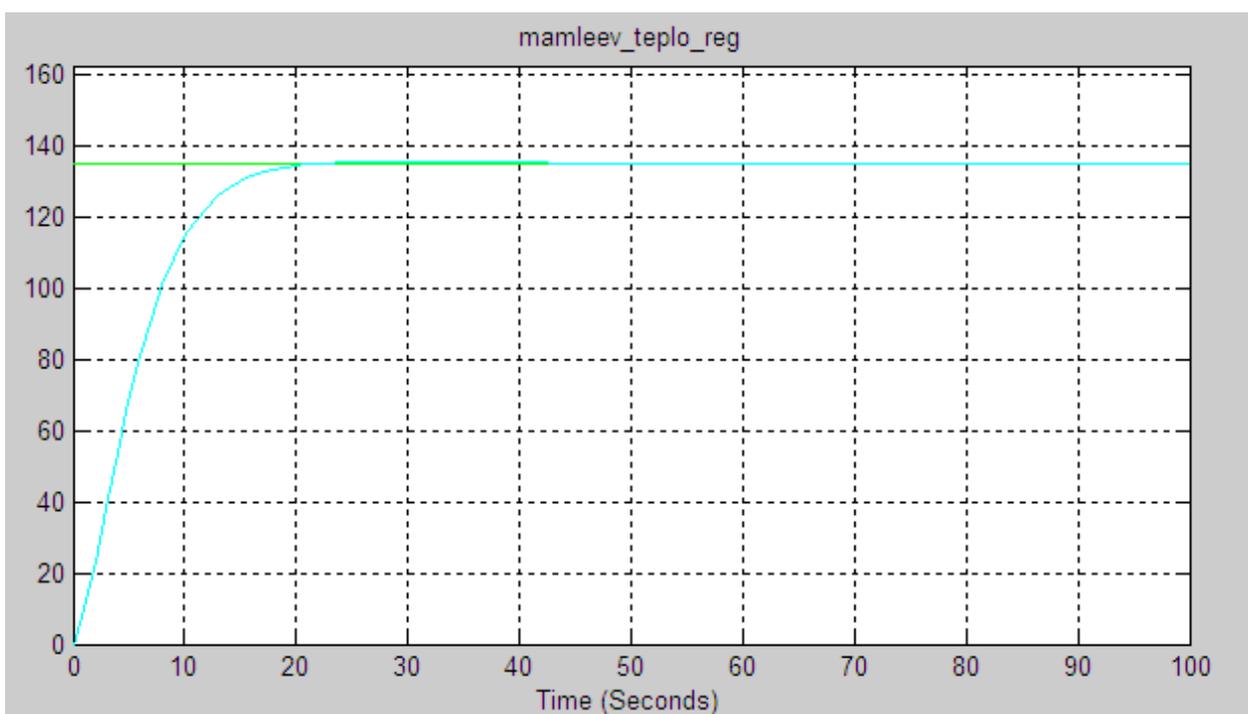


Рис. 9

График изменения температуры при коэффициентах: $K_i = 0.0002$; $K_p = 0.001$, график не отклоняется от заданного значения, быстро приходит в устойчивое положение, в течение 20 секунд. Такие коэффициенты можно использовать для данной системы. (Рис. 9)

Выводы

- На основе математической модели составлена компьютерная модель объекта получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик;
- Все входные значения параметров занесены в таблицу данных;
- Проведено исследование на компьютерной модели статике процесса, из которого были определены массовые доли компонентов;
- На основе материального баланса составлена компьютерная модель определения уровня;
- На основе теплового баланса составлена компьютерная модель изменения температуры материала в реакторе. Температура изменяется в зависимости от подачи пара;

В компьютерную модель объекта получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик для регулирования температуры подключены модель датчика и исполнительного механизма. Был выбран пропорционально – интегральный регулятор. Исходя из входных и выходных параметров были определены управляющий и управляемый параметры. Проводя серию экспериментов, подбирая различные коэффициенты регулятора получили графики переходного процесса. Из числа коэффициентов наиболее подходящими оказались следующие: $K_I = 0.0002$; $K_p = 0.001$. При таких коэффициентах график достигает устойчивое положение за короткое время.

Позиция	Измеряемые параметры	Характеристика измеряемой величины	Место установки	Наименование и характеристика средств автоматизации
1	2	3	4	5
1-1	Контроль температуры	Измерение температуры в реакторе	По месту	Преобразователь измерительный. Искробезопасное исполнение Выходной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу Диапазон измерения от -60 до 538 °С. Класс точности 0,1.
1-2			По месту	Клапанный блок. Искробезопасное исполнение P _{max} =10,3 МПа Трабочее=-60 до 538 °С Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу
2-1	Контроль уровня	Уровень в реакторе	По месту	Ультразвуковой уровеньный датчик сертификатами взрывозащиты Искробезопасности Выходной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу Класс точности 0,1.
3-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
3-2			По месту	Управление переключателем
3-3			По месту	Клапан регулирующий. электропривод с электроприводом

				Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
4-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
4-2			По месту	Управление переключат
4-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
5-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
5-2			По месту	Управление переключат
5-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
6-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
6-2			По месту	Управление переключат
6-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод

				Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°С
7-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
7-2			По месту	Управление переключат
7-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°С
8-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
8-2			По месту	Управление переключат
8-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°С
9-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
9-2			По месту	Управление переключат
9-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод

				Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
10-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
10-2			По месту	Управление переключат
10-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
11-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
11-2			По месту	Управление переключат
11-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
12-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
12-2			По месту	Управление переключат
12-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод

				Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
13-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
13-2			По месту	Управление переключат
13-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
14-1	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
14-2			По месту	Управление переключат
14-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°C
15-1	Контроль температуры	Измерение температуры в емкости	По месту	Преобразователь измерительный. Искробезопасное испол Выходной сигнал 4-20 м наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон измерения от

				С. Класс точности 0,1.
15-2			По месту	Клапанный блок. Искробезопасное испол Pmax=10,3 МПа Трабочее=-60 до 538 °С Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про
16-1	Контроль уровня	Измерение уровня в емкости	По месту	Ультразвуковойуровнемер сертификатами взрывоз Искробезопасности Выходной сигнал 4-20 м наложенным цифровым сигналом по HART-про Класс точности 0,1.
16-2	Управление электроприводом клапана		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В
16-3			По месту	Клапан регулирующий. привод с электропривод Входной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-про Диапазон температур от 550°С
17-1	Контроль расхода	Измерение расхода мастики, выходящей из реактора	По месту	Расходомер кориолисов высоковязких сред. Вы сигнал 4-20 мА наложен цифровым сигналом по протоколу. Класс точно
18-1	Контроль уровня	Измерение уровня в емкости для сыпучих материалов	По месту	Радарныйуровнемер для сыпучих материалов с сертификатами взрывоз Искробезопасности Выходной сигнал 4-20 м наложенным цифровым

				сигналом по HART-про Класс точности 0,1.
18-2	Управление электроприводом конвейера		По месту	Магнитный пускатель Питание 220 В

Описание функциональной схемы автоматизации

Битум марки БН-70/30 поступает в ёмкость 1, уровень которого измеряется с помощью ультразвукового уровнемера Rosemount 3100 (16-1), токовый выходной сигнал (4-20мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) подается в управляющий компьютер, при достижении верхней отметки, компьютер вырабатывает регулирующее воздействие, который через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) подается на клапан FV – 2182B(16-3) (входной сигнал: 4-20мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), установленный на линии подачи материала, снабжённую системой обогрева паром или электричеством. Температура в ёмкости поддерживается в пределах 110-120°С и измеряется с помощью прибора Rosemount 248F (15-1), для поддержания температуры компьютер вырабатывает регулирующее воздействие, который через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) подается на клапанный блок Rosemount 304F (15-2) Расплавленный битум из этой ёмкости через вентиль 7, пройдя дозатор 13, подается в реактор 52 для смешивания с другими компонентами. Аналогичным образом работают следующие четыре емкости для жидких материалов.

Резиновая крошка, получаемая на заготовительном участке путем дробления резиновых отходов, подается в емкость 5 уровень которого измеряется с помощью радарного уровнемера Rosemount 5600 (18-1), токовый выходной сигнал (4-20мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) подается в управляющий компьютер, при достижении верхней отметки, компьютер вырабатывает регулирующее воздействие, который через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) подается на магнитный пускатель электропривода конвейера (16-2) установленный на линии подачи материала, из которой поступает (пройдя вентиль 11 и дозатор), в дозированном виде на шнековый

смеситель 50, где происходит её растворение и перемешивание с госсиполовой смолой и битумом БН-70/30 при температуре 110-120°C в течении 2 часов. Аналогичным образом работают все последующие емкости для сыпучих материалов.

В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе в реактор загружаются минеральные наполнители: тонкоизмельченная гашеная известь, тонкоизмельченное (или обычное) базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный (или обычный) волластонит и механоактивированный барханный песок. Все эти материалы поступают в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в реакторе 52 в течении 1^{го} часа, в него загружается из смесителя раствор резиновой крошки с битумки, перемешанным с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной карты.

Уровень в реакторе измеряется с помощью ультразвукового уровнемера Rosemount 3100 (2-1), токовый выходной сигнал (4-20 мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) подается в управляющий компьютер, при достижении верхней отметки, компьютер вырабатывает регулирующее воздействие, который через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) подается на клапаны FV – 2182B (3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3, 9-3, 10-3, 11-3, 12-3, 13-3, 14-3) (входной сигнал: 4-20 мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), установленный на линии подачи материала в реактор, после заполнения уровня реактора все эти клапаны закрываются. После того как готовая мастика выйдет из реактора клапаны открываются и процесс возобновляется.

После загрузки указанных компонентов процесс перемешивания в реакторе проводится в течении 1^{го} часа при температуре 130-140 С. Температура в реакторе измеряется с помощью измерительного преобразователя температуры Rosemount 248F (1-1), токовый выходной сигнал (4-20 мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) подается в управляющий компьютер, для поддержания температуры компьютер вырабатывает регулирующее воздействие, который через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) подается на клапанный блок Rosemount 304F (1-2) (входной сигнал: 4-20мА с наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу), установленный на линии подачи пара.

Для определения расхода мастики, выходящей из реактора установлен расходомер кориолисовый для высоковязких сред. Выходной сигнал 4-20 мА наложенным цифровым сигналом по HART-протоколу.

Готовый герметизирующий композиционный материал в зависимости от заданных качественных характеристик и назначения подается в емкости. После охлаждения готовый продукт подается на упаковочную линию и далее на склад 60.

Технико-экономическая эффективность.

Разработка автоматизированной технологической схемы получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов-мастик способствующей управлять технологическим процессом в оптимальном режиме, где, оптимизация это - выявление наиболее эффективных с точки зрения экономических или других показателей параметров процесса, конструктивных размеров аппаратов, наиболее выгодных эксплуатационных характеристик.

Для рассматриваемой нами задачи целесообразным является выявление наиболее эффективных характеристик системы, для наиболее выгодных эксплуатационных условий.

Сформулирована и решена задача оптимизации в следующей последовательности: постановка задачи оптимизации, выбор критерии оптимизации, выбор оптимизирующих факторов, установление и анализ ограничений на основные параметры процесса, определение целевой функции, решение задачи оптимизации.

Цель оптимизации исследуемого процесса реализация оптимальных условий, обеспечивающих достижение выгодных технико-экономических показателей.

В качестве первоначального критерия оптимизации был рассмотрен общий доход. То есть сделать так, чтобы это производство по данной линии давал бы максимальный прибул. То есть большой доход.

Дальнейшей анализ критерия оптимизации показывает, что это фактор требует анализа влияний её составляющих.

$$D_{\text{доход}} = (C - C_3) * B_{\text{изд}} \rightarrow \max$$

(1)

C - цена продукции

C_3 – себестоимость продукции

$B_{изд}$ - количество продукции

В общем случае для достижения максимального дохода предприятия возникает многокритериальная задача в виде:

1. $C_3 \rightarrow \min$,

2. $C \rightarrow \max$,

4. $B_{изд} \rightarrow \max$

При разработке систем автоматизации учтены ряд факторы обеспечивающие ряд технологических показателей. Это:

1. В последние годы, в мире, в связи с грандиозным размахом строительства дорог, мостов, аэродромов с широким применением железобетонных конструктивных элементов заводского изготовления и осуществлением бетонирования непосредственно на месте, существующие мастики как сказано выше, завоевали прочное положение при герметизации швов и практически полностью вытеснили применяемые ранее замазки. Герметизирующие мастики не вулканизуются и поэтому, как в момент нанесения, так и в процессе эксплуатации, находятся в пластоэластичном состоянии. Такие мастики экономичны и удобны в применении, долговечны в эксплуатации, незаменимы для уплотнения неразъемных соединений, способны уплотнять стыки любой конфигурации и могут эксплуатироваться сразу же после нанесения. Однако верхний температурный предел работоспособности этих герметиков, как правило, составляет 70-80°C.

2. Для герметизации швов бетонных и на текущий ремонт швов и трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий дорог, мостов и аэродромов в нашей республике применяются в большинстве случаев импортные дорогостоящие мастики в количестве более 3000 тонн/год при средней стоимости 1000 сум за 1 кг.

3. Импортируемые герметизирующие мастики, соответствуя европейским стандартам, неэффективно выполняют свои функции в условиях Узбекистана, где перепад температур в течение года на поверхности дорог составляет порядка 140°C (+110°C – летом и -30°C – зимой). Недостаточная их теплостойкость при высоких температурах и низкая трещиностойкость при низких зимних температурах, высокая минерализация грунта и др. сокращают срок их службы до половины, что обуславливает снижение сроков безаварийной эксплуатации дорожных покрытий, а также вдвое увеличивает материальные и технические затраты на ремонтно-восстановительные работы.

4. Результаты проведенных лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний показали, что использование разработанных композиционных материалов позволяет:

- получать тепло-морозостойкие композиционные герметизирующие материалы из местного сырья и промышленных отходов и создавать на их основе герметики, которые могут эксплуатироваться в интервале температур от -25°C до + 120°C.

- увеличить в 2-2,5 раза срок службы композиционных герметизирующих мастик при их эксплуатации заполнением деформационных швов и трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, мостов и аэродромов в условиях нашей республики и других республик стран Центральной Азии.

В целом после преобразования уравнения дохода технико-экономический эффект от применения разработанных тепло-морозостойких композиционных материалов на основе местного сырья и промышленных отходов в виде герметика для деформационных швов и трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, мостов и аэродромов рассчитаны по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_{ИМ} - C_{РМ}) \cdot Q_u] K_{УЗ}$$

$$C_{ИМ} = 1000.000 \text{ сум};$$

$$C_{РМ} = 900.000 \text{ сум};$$

$$Q_u = 1 \text{ тонна};$$

$$K_{УЗ} = 1.25.$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= [(C_{ИМ} - C_{РМ}) \cdot Q_u] K_{УЗ} = \\ &= [(1.000.000 - 900.000) * 1] * 1.25 = 125.000 \end{aligned}$$

где: $C_{ИМ}$ – цена импортируемой мастики; $C_{РМ}$ – цена разработанной мастики; Q_u – количество импортируемой мастики;

$K_{УЗ}$ – коэффициент долговечности мастики при эксплуатации.

На основе цены и количества импортируемой мастики, цены разработанной

Мастики и коэффициента долговечности мастики, был определен технико-экономический эффект от получения 1 тонны мастики.

Ожидаемый экономический эффект от применения 1000 тонн разработанной автоматизированной линии получения композиционных герметизирующих материалов в виде герметика для герметизации деформационных швов и трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог республики за счет прекращения закупки мастики из-за рубежа и повышения срока её службы составит более 900 миллионов сум.

Экология

С ростом объёма промышленного производства, ускорением темпов научно-технического прогресса особенно остро встает вопрос защиты окружающей среды от загрязнения вредными веществами, загрязнения атмосферы и водоёмов нарушает экологию и несут огромный ущерб народному хозяйству. К наиболее крупным источникам загрязнения атмосферы и водоёмов относятся в частности, технологические линии и агрегаты предприятий химической и пищевой промышленности.

Кроме того, в ряде производств вместе с отходящими газами в атмосферу выбрасывается большое количество ценных веществ, являющихся либо продуктами, либо сырьём соответствующих производств, например: органических красителей, технического углерода экстракционного бензина. Таким образом, защита атмосферного воздуха и водоёмов от загрязнений вредными веществами связана также и с важной экономической проблемой утилизации, с возвратом сырья и продуктов производства.

В Узбекистане вопросы охраны окружающей среды за последние годы получили высокое отражение в конституции республики Узбекистан (статьи 50 и 55 главы XI и XII) и в основополагающих законах о земле и недрах, водах, лесах, атмосферном воздухе и животном мире, а также в специальных постановлениях “ОлийМажлиса” и Кабинета Министров республики Узбекистан об охране природы. Охрана природы является сегодня постоянной организационной функцией демократического государства, так как речь идет о здоровье людей и о бережном подъеме к национальному богатству страны. В соответствии с законами республики Узбекистан об охране природы в промышленности приняты серьезные меры по совершенствованию производства, регулированию отходов на основе малоотходной и безотходной технологии.

Законы Республики Узбекистан

Об охране природы

В настоящее время в Узбекистане действуют следующие законы по охране природы:

1. Закон Республики Узбекистан «Об охране природы» 9 декабря 1992 г.
2. Закон Республики Узбекистан «О государственном санитарном надзоре»
3. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» 29 августа 1998 г.
4. Закон Республики Узбекистан «Об охране атмосферного воздуха» 27 декабря 1996 г.
5. Закон Республики Узбекистан «Об охране и использовании растительного мира» 26 декабря 1997 г.
6. Закон Республики Узбекистан «Об охране и использовании животного мира» 26 декабря 1997 г.
7. Закон Республики Узбекистан «О лесе» 15 апреля 1999 г.
8. Закон Республики Узбекистан «О Недрах»
9. Закон Республики Узбекистан «Об отходах» 5 апреля 2002 г.
10. Закон Республики Узбекистан «Об охраняемых природных территориях» 3 декабря 2004 г.
11. Земельный Кодекс Республики Узбекистан
12. Закон Республики Узбекистан «О метрологии» 28 декабря 1993 г.
13. Закон Республики Узбекистан «Об обращениях граждан» 6 мая 1994 г.
14. Закон Республики Узбекистан "Об экологическом контроле" 12 декабря 2013 г.

В общем виде мероприятия по защите окружающей среды должны быть направлены на создание следующих схем, позволяющих максимально использовать все многообразие сырья, обеспечив соблюдение ПДК вредных веществ в отходящих потоках:

- схем с полным кругооборотом воды, позволяющих резко сократить потребление чистой воды предприятиями.

- энерготехнологических схем и утилизации тепла реакций, в результате чего некоторое производство, например производство карбида, превращается из энергопотребляющих в энергопроизводящие.

- технологических режимов, обеспечивающих выпуск продукции высокого качества, которую можно использовать более эффективно и более длительный срок. Осуществление указанных мер позволяет снизить в промышленности общий расход сырья и энергии.

При разработке малоотходной и безотходной технологии ученые и инженеры опираются на значительный опыт совершенствования технологических процессов. В качестве примера приведем экстракционный цех построенный на основе технологии разработанной в 2005 году. В этом агрегате по сравнению с ранее применявшимся расходы бензина с 1200:1600 до 50300 кВт\ч. Использование тепла выделяющегося при производстве, позволяет отказаться от строительства энергостанций мощностью 70000 кВт. Малоотходные и безотходные технологии разрабатываются НИИ всего мира. НИИ разработало и внедрило в промышленности ряд новых прогрессивных методов и аппаратов очистки газов вентиляционных выбросов от различного рода вредных газообразных и химических веществ. Например в своё время в масложировой промышленности нашей республики работала схема прессовой добычи хлопкового и других масел, что было весьма неэкономично за счёт отходов в которых также содержалось

масло, которое было уже невозможно извлечь, но учеными была разработана схема извлечения масла из отходов экстракционным путём, что существенно повысило производство масла при переработке прежних объёмов сырья. Это в свою очередь дало возможность уменьшить количество потерь ценных веществ и получать дополнительные товарные продукты.

Научными сотрудниками были созданы регенерационные установки для растворителей ряда производств. Производительность установок составляет 30-400 тыс. м³/ч. С целью рядного улучшения санитарных условий производства и охраны окружающей среды в ближайшие годы будет полностью заменен ртутный метод производства хлора и каустической соды другими методами. При этом будет исключена потеря ртути, значительная часть которой попадала в атмосферу и водоемы.

Производство каустической соды, например, будет осуществляться в электролизерах, это значительно повысит количество выработки каустической соды и обеспечит большой экономический эффект.

В перспективе предстоит внедрить в химическую и другие промышленности безотходную технологию, водооборот, осуществить переход предприятий на полную утилизацию промышленных отходов.

Уже в настоящее время работают установки в которых полностью отсутствуют отходы (например установка для получения пероксид водорода, основана на реакции окисления изопропилового спирта кислородосодержащим газом в жидкой фазе в четыре стадии. Установка отличается простотой аппаратного оформления, установка может быть установлена на закрытой площадке, что ведет к уменьшению затрат средств на строительство).

Предприятиями химической промышленности выбрасывается пыль содержащая органические и неорганические вещества и газы : CO_2 , CO , NH_3 , SO_2 , NO_2 , HF , H_2S , SiF_4 и другие. Воздушные выбросы нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностей содержат углеводороды и дурно пахнущие газы. Для обезвреживания отходящих от газообразных и парообразных токсичных веществ применяют следующие методы: абсорбции, адсорбции, каталитические, термические, конденсации.

В предприятиях пищевой промышленности являющихся источником загрязнения атмосферного воздуха вредными газами и пылью, существует несколько видов очистки воздуха от пыли:

1. Очистка паров в сухих механических пылеуловителях. В этом методе пыль осаждается различными механическими пылеуловителями.

2. Очистка газов в фильтрах. Этот метод основан на фильтрации газов (паров) через пористую перегородку.

3. Очистка газов в мокрых пылеуловителях. Этот метод основан на контакте запыленного газа с поверхностью жидкости.

4. Очистка газов в электрофильтрах. В этом методе очистка газов происходит под действием электрических сил.

5. Сухая очистка, инерционностью под действием центробежного осаждения.

6. Звуковая и ультразвуковая коагуляция. Этот метод основан на коагуляции.

Вода, на промышленных предприятиях, не только в химической промышленности, используется как в технических так и в вспомогательных операциях. Вода на предприятии может использоваться при охлаждении

производственной аппаратуры, при транспортировке сырья, удалении отходов производства. При этом она загрязняется и становится непригодной не только к дальнейшему употреблению, но и к сбросу её без соответствующей очистки в водоёмы.

Существует несколько методов очистки сточных вод:

1. Механическая очистка
2. Физико-химическая очистка
3. Биохимическая очистка
4. Термохимическая очистка

Механическая очистка служит для удаления крупнодисперсных частиц и обычно применяется в качестве первой стадии в общей системе очистки. Она представляет собой отливание или фильтрацию, которая осуществляется на оборудовании многих типов. Далее последует термическая очистка сточных вод. Она может осуществляться на выпарных аппаратах различных видов. Далее эта вода получает следующее назначение и может служить например для промывки насосов очистных аппаратов, или бытовых нужд на производстве, в котельных отопительных, в душевых, в умывальниках, откуда сток напрямую сбрасывается в общественную коммунальную канализацию.

Физико-химический метод очистки сточных вод основан на изменении физического состояния загрязнителей, который осуществляется на специальном оборудовании.

Биологический метод очистки сточных вод основан на полном разложении органических веществ под действием микроорганизмов.

ОХРАНА ТРУДА

Охрана здоровья людей, работающих на производстве, путем создания безопасных и благоприятных для человека условий труда является основной задачей. Охрана труда позволяет оценивать опасность производственных процессов, принимать самостоятельные решения по выбору оптимальных вариантов обеспечения безопасности, производя нужные для этого расчеты: разрабатывать инструкции по ОТ; квалифицированно расследовать несчастные случаи и выявлять их причины; оказывать доврачебную помощь.

К основным причинам производственного травматизма и профессиональных заболеваний относят: низкий уровень используемых технологий, ухудшение обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, нарушение надежности работы средств и систем коллективной защиты, нарушения производственной дисциплины.

Устранение этих причин должно идти путем разработки программ охраны труда в организации и включать следующие мероприятия:

- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- обязательное социальное страхование профессий (досрочных пенсий) на производстве;
- ввод в действие государственной, объективной, открытой и равнодоступной статической отчетности и информации об уровнях профессионального риска в различных производствах;
- создание федеральных и рыночных фондов охраны труда для финансирования научных исследований в области охраны труда.

Объектом анализа в данной выпускной работе является процесс автоматизации получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов-мастик.

Предприятие согласно СН-245-71 и СНИП 2.01.03.96 относится к III классу помещений по вредности при этом предусмотренная санитарно-защитная зона составляет 300м. Предприятие расположено с подветренной стороны к ближайшему населённому пункту, что способствует рассеиванию вредных выбросов и исключает попадание их в жилой район.

В качестве основного сырья для производства битумных материалов-мастикна предприятии используют:

1. Битум марки БН – 70/30;
2. Битум марки БН – 90/10;
3. Вязкая госсиполовая смола;
4. Окисленная госсиполовая смола;
5. Резиновая крошка;
6. Резина тонкоизмельченная;
7. Гашенная известь;
8. Базальтовое волокно;
9. Тонкоизмельченное базальтовое волокно;
10. Волластонит;
11. Волластонитмеханоактивированный;
12. Песок барханный механоактивированный.

Предприятие спроектировано согласно СНИП 2.01.01-83 с учётом «розы ветров», во избежание попадания нежелательных выбросов на территорию жилого массива предприятие расположено с подветренной стороны относительно жилого района. «Роза ветров» представляет собой

схему распределения ветров по направлению и повторяемости, а иногда дополнительно и по скорости.

Технологический процесс получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на заводе:

В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе в реактор загружаются минеральные наполнители: тонкоизмельченная гашеная известь, тонкоизмельченное (или обычное) базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный (или обычный) волластонит и механоактивированный барханный песок. Все эти материалы поступают в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в реакторе в течении 1го часа, в него загружается из смесителя раствор резиновой крошки с битумки, перемешанным с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной резиной.

После загрузки указанных компонентов процесс перемешивания в реакторе проводится в течении 1го часа при температуре 130-140 С.

Готовый герметизирующий композиционный материал в зависимости от заданных качественных характеристик и назначения подается или в емкости. После охлаждения готовый продукт подается на упаковочную линию или на склад.

На оборудование предприятия разработаны и изложены меры безопасности при его эксплуатации согласно ГОСТ 12.003-91 и СНиП 3-05-05-98.

Агрегаты, аппаратура и другое оборудование расположены таким образом, что к ним обеспечен свободный доступ, также производится их систематическая очистка, мытьё и дезинфекция.

Поверхность оборудования гладкая и легко подвергается мойке.

Все части оборудования, соприкасающиеся с продукцией, изготовлены из материалов, разрешенных Министерством здравоохранения Р.Уз. для применения в дорожном строительстве.

Пуск в эксплуатацию аппаратуры и оборудования после ремонта и реконструкции осуществляется только после мытья, осмотра их начальником цеха или начальником смены (бригадиром).

Большое значение на предприятии имеет защита рабочих и служащих от негативного воздействия шума и вибрации. Согласно СанПиН 01.20-01 и СанПиН 01.21-01, для исключения отрицательного влияния на окружающую среду шумов и вибраций предусмотрены мероприятия направленные на шумоподавление и виброизоляции.

- правильная эксплуатация оборудования, своевременное его освидетельствование и проведение профилактических ремонтов ;
- своевременная смазка вращающихся частей машин и механизмов;
- применение СИЗ от шума и вибрации;
- применение виброгасящих устройств и покрытий невибрирующих коммуникаций;
- ликвидация и ослабление шума непосредственно в источнике образования.

При проектировании естественного освещения на предприятии учитывалось, что слишком большая площадь остекленных оконных проемов приводит к резкому росту тепло потерь в зимнее время и перегреву помещений летом. В связи с этим наряду с естественным предусмотрено искусственное электрическое освещение - рабочее, аварийное и ремонтное.

Предпочтение при искусственном освещении отдано люминесцентным лампам.

Принимаемый коэффициент запаса составляет для светильников с газоразрядными лампами 1,5, для светильников с лампами накаливания 1,3. Необходимая освещенность при использовании аварийного освещения 0,5 лк в помещениях и 0,2 лк на открытой территории.

Некоторые склады оборудования, хозяйственных материалов, цеховые кладовые, вентиляционные камеры не имеют естественного освещения.

В производственных, вспомогательных и других помещениях, помимо естественного используют искусственное электрическое освещение, которое подразделяется на рабочее (необходимое во всех помещениях, а также на территории предприятия) и аварийное (служит для продолжения работ или эксплуатации людей на случай внезапного отключения рабочего освещения). Рабочее освещение выполняется в проектируемом цехе в виде общего освещения с равномерным симметричным размещением светильников под потолком. Сеть общего освещения питается напряжением 220В. Для обеспечения ремонтных работ предусматривают сеть ремонтного освещения производственного цеха, которую питают через специальные понижающие трансформаторы напряжением 24В.

Наружное освещение подразделяется на освещение проходов и проездов и проходов рассчитывается исходя из установки одной лампы через каждые 40-50 м длины проходов и проездов.

Цеха на заводе спроектированы с учетом технологических условий, склады готовой продукции, подсобные и бытовые помещения обеспечены механической и естественной приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Для правильного проведения аэрации производственных зданий составлены

подробные инструкции, учитывающие метеорологические условия в различные периоды года и направления ветров.

Аппаратура и емкости, из которых могут выделяться пары, газы, пыль и т.п., максимально герметизированы и оборудованы местными отсосами.

Вентиляционные установки не создают шума, превышающего допустимые нормы.

Оборудование в цехе по производству герметизирующих композиционных материалов и мастик является потребителем электрической энергии. Соответственно присутствует опасность поражения электрическим током. Основными причинами поражения электрическим током являются: случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей; появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции токоведущих частей; неисправностей в устройстве защитного заземления и др.

Защита электроустановок от механического воздействия выполнена с применением уголка и швеллера. Для защиты электроустановок от грызунов и насекомых используются универсальные ультразвуковые отпугиватели.

Для исключения возникновения опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении, а также при повреждении цепи управления энергоснабжением (самопроизвольного пуска при восстановлении энергоснабжения, невыполнения уже выданной команды на остановку) используются магнитные пускатели, которые обеспечивают фиксацию в

положении, при котором произошло прекращение электроснабжения, и невозможности самопроизвольного пуска оборудования.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям применяются следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение для особо опасных помещений $U=12$ В;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Согласно СНиП электрооборудование по взрывоопасности относится к категории ПВ, т.к. в цех

Для защиты человека от поражения электрическим током применяется защитное заземление, которое снижает до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, которые не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановок.

Средствами индивидуальной защиты от поражения электрическим током являются диэлектрические перчатки, боты (сапоги), диэлектрические коврики. Безопасными инструментами при работе с электрическим током являются изолирующие клещи, указатели напряжения, сигнализаторы наличия напряжения.

Для защиты органов дыхания применяют респираторы ШБ-1 «Лепесток», респираторы противопылевые В-62-111, шланговые противогазы ПШ-1, ПШ-2.

На территории завода расположены санитарно-бытовые комнаты согласно СНиП2.05.12-91. В состав бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, комнаты личной гигиены женщин, для кормления грудных детей, отдыха, стирки и сушки, ремонта одежды, курительные.

Число мест в гардеробных составляет: для хранения одежды на вешалках - по числу работающих в смену, для хранения одежды в шкафах - по списочному числу работающих.

К основным причинам пожара в цехе по производству герметизирующих композиционных материалов и мастик на заводе относятся:

- нарушения требований проектирования промышленных и вспомогательных зданий и сооружений, выбора строительных материалов и конструкций, планировки помещений, расположения технологического оборудования и коммуникаций;
- отклонения от правил эксплуатации и ремонта оборудования потребителей электроэнергии и электрических сетей, нарушение должностных инструкций в части пожарной безопасности;
- работа на неисправном технологическом оборудовании или с нарушением режимов технологических процессов;
- отсутствие средств защиты от статического электричества на технологическом оборудовании и на рабочих;
- отсутствие или нарушение целостности молниеотводов, а также средств защиты от вторичных проявлений линейных разрядов атмосферного электричества;
- плохой электрический контакт в местах присоединения проводников; нарушение целостности изоляции, другие неисправности и повреждения потребителей электрической энергии или сетей

Система пожарной защиты на предприятии согласно СНиП-2.01.02-85 включает мероприятия и средства, направленные на: применение конструкций с регламентированным пределом огнестойкости; предотвращение распространения пожара и обеспечение эвакуации рабочих из цеха при возникновении пожара; использование средств пожарной сигнализации и тушения пожара.

Среди мер, предотвращающих распространение пожара, большое значение имеет применение огнепреградительных устройств на технологических коммуникациях, в системах вентиляции.

Согласно СНиП-2.04.02-85 для своевременного извещения о возникшем пожаре используют автоматическую электрическую систему пожарной сигнализации.

Загорания в начальной стадии их развития могут быть потушены с помощью первичных средств пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренний пожарный кран с комплектом оборудования (рукава, стволы, топоры и ведра), которые расположены в цехе, имеют отличительные знаки безопасности, размещают на видных местах, и пути следования к ним отмечены соответственными указательными знаками (ПК). Огнетушители типа ОВП(Н)-10(г)-2А, 55В-01 У2. Согласно СНиП 31-03-2001, вывешены на видном месте, около главного входа в цех и входа в подсобные помещения на высоте 1,5 м от пола до нижнего его торца, огнетушители применяются для тушения почти всех горючих веществ.

Для извещения рабочих о необходимости эвакуации установлены звуковая и световая противопожарная сигнализации. Планы эвакуации размещены согласно ГОСТ у ввозле главного и запасного выходов на видном месте. Основными путями эвакуации при пожаре являются главный и запасной выходы.

На территории предприятия размещены пожарные гидранты согласно ГОСТ 12.4.009-83, также на самом производственном здании располагаются указательные знаки с указанием направления нахождения ПГ.

Согласно СНиП 2.09.02-85 особенности производства герметизирующих композиционных материалов и мастик требуют, чтобы все производственные, подсобные и складские помещения размещались в одном корпусе, причем ограждающие и несущие конструкции изготавливались преимущественно из облегченных негорючих материалов.

Стены несущие и самонесущие, изготавливаются из кирпича, крупных блоков, панелей или листовых конструкций. Выбор типа стены ведется с учетом целесообразности применения местных строительных материалов, доли стоимости стен в общей стоимости здания.

Согласно нормам и правилам завод относится к II степени огнестойкости

С целью своевременного оповещения о возникновении ЧС (пожара) на заводе согласно СНиП 2.04.09-84 и ГОСТ 12.002-89 в производственных помещениях предусмотрена сигнализация, телефонная связь. Также в цеху установлены тепловые извещатели, которые срабатывают на повышение температуры окружающей среды, типа АТП-3.

Общественный пожарный надзор на заводе возложен на добровольную пожарную дружину (ДПД) состоящую из числа рабочих. Они занимаются разработкой плана эвакуации при пожаре, разработкой инструкции регламентирующего действия административно-технического и обслуживающего персонала на случай пожара.

Предприятие по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Г. Используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Класс взрывоопасных зон - 2 (В-Ia).

Разряды атмосферного электричества способны вызвать взрывы, пожары и разрушение зданий, сооружений. Одним из основных мероприятий защиты от воздействия молний является установка молниеотводов.

Согласно СНиП 2.01.03-96 молниеотводы состоят из молниеприёмников, теплоотводов и заземлителей. Ежегодно перед началом сезона проверяют и устраняют имеющиеся неисправности.

Завод по получения югерметизирующих композиционных материалов и мастик соответствует III категории по молниезащите.

Гражданская защита.

Введение

4 марта 1996 года был опубликован Указ Президента Республики Узбекистан И.А. Каримова об образовании Министерства по чрезвычайным ситуациям.

В целях создания эффективной системы защиты населения и народнохозяйственных объектов от стихийных бедствий, предупреждений и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В Республике Узбекистан образовано Министерство по Чрезвычайным ситуациям. Республика Узбекистан на базе Управления гражданской защиты и чрезвычайным ситуациям Министерства обороны Республики Узбекистан.

Основными задачами и направлениями деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан определены:

-разработка и реализация государственной политики в области предотвращения чрезвычайных ситуаций, защиты жизни и здоровья населения, материальных и культурных ценностей, а также ликвидация последствий и снижение ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время;

-организация и разработка целевых научно-технических программ, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций, защиту населения, территорию страны и на повышение устойчивости функционирования объектов народного хозяйства при возникновении их, а также подготовка населения, должностных лиц и формировании ГзЧС к действиям в чрезвычайных ситуациях.

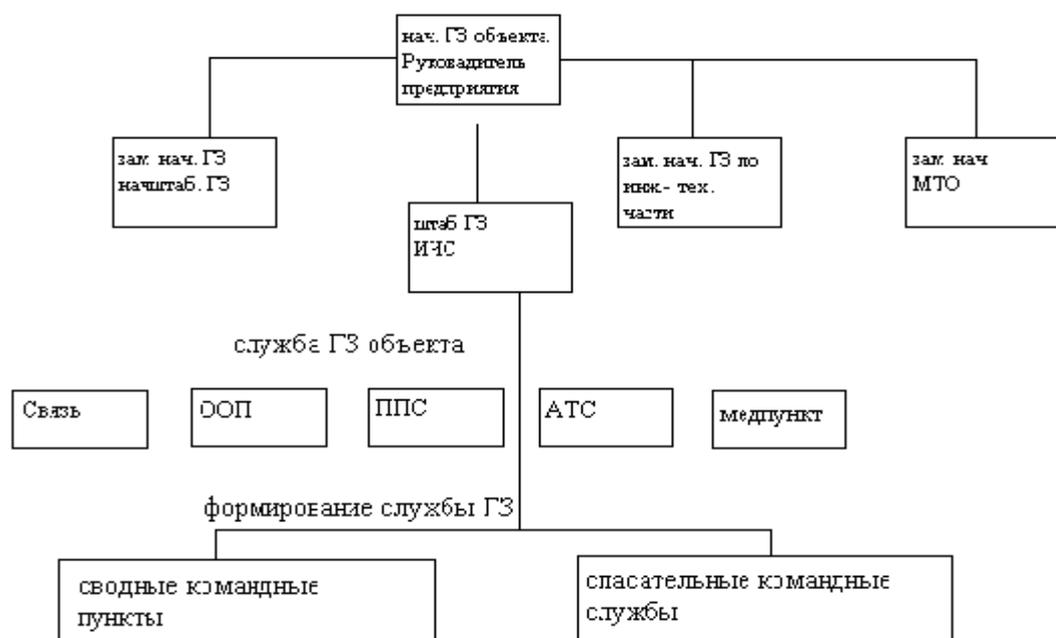
Указом можно руководить по вопросам входящим в компетенцию Министерства по ЧС в Министерствах, ведомствах, ассоциациях, на предприятиях, в учреждениях и организациях госкомитетов и правлений.

Для исполнения указа на всех предприятиях, организациях разработаны положения по работе в период возникновения чрезвычайных ситуаций.

Производство герметизирующих композиционных битумных материалов-мастик предусматривает улучшение качества мастики по сравнению с используемой в настоящее время и будет применяться в строительстве дорожных дорог, герметизации, гидроизоляции фундаментов, тоннелей, бассейнов, трубопроводов. Также битумная мастика применяется для устранения трещин асфальтовых дорог и бетонных сооружений.

Ниже представлена схема организации гражданской защиты, которая функционирует для устранения различного рода чрезвычайных ситуаций.

Схема организации ГЗ на предприятии



На заводе почти все оборудование является источником механического травмирования. Согласно ГОСТ 12.4.026 - 01 на каждом оборудовании имеются сигнальные цвета и знаки безопасности.

Красный сигнальный цвет применяется для: обозначения отключающих устройств механизмов и машин; обозначения различных видов средств противопожарной защиты, их элементов (огнетушители, баллоны, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопаты, топоры и т.п.).

Желтый сигнальный цвет применяется для обозначения: узлов и элементов конвейеров; ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте; опасных при эксплуатации элементов подъемника, тележек для перевозки сырья и рамных тележек.

Зеленый сигнальный цвет применяется для: обозначения безопасности (безопасных мест, зон, безопасного состояния); сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т.п.; обозначения пути эвакуации; эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Знаки безопасности делятся на несколько групп: запрещающие знаки размещаются на оборудовании, на ее элементах и узлах, имеют геометрическую форму в виде круга с поперечной полосой красного сигнального цвета и обозначающие запрещение опасного поведения или действия; знаки пожарной безопасности красного сигнального цвета в виде квадрата или прямоугольника обозначающие обозначение и указание мест нахождения средств противопожарной защиты, их элементов; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения

зеленого сигнального цвета в виде квадрата или прямоугольника обозначающие обозначение направления движения при эвакуации, спасение, первая помощь при авариях или пожарах, надпись, информация для обеспечения безопасности.

Средства индивидуальной защиты.

Работающие должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты (СИЗ), удовлетворяющими требованиям ГОСТ 12.4.011-87.

Выдача СИЗ производится в соответствии с "Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты, рабочим и служащим предприятий пищевой промышленности", утвержденными Минтруда РУз, согласованными ЦК профсоюза работников АПК 26.01.1994 г.

Рекомендуемые спецодежда и спецобувь, средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления приведены в таблице.

Огнестойкость здания, требования к объемно-планировочным конструктивным решениям зданий определяется требованиями ШНК 2.01.02-04 и СНиП 2.09.02-85.

Категория помещения по взрывоопасности устанавливается в соответствии с ОНТП 24-86.

Требования к средствам пожарной сигнализации и автоматическим устройствам пожаротушения определяется ШНК 2.04.09-07 и согласно "Перечня зданий и помещений предприятий АПК, подлежащих оборудованию автоматической пожарной сигнализацией (категорийность производственных помещений)", представленного Управлением пожарной охраны МВД РУз, 1992 г.

В случае повышения (понижения) температуры воздуха в закрытых производственных помещениях, повышенной скорости движения воздуха,

повышенная (пониженная) относительная влажность
воздуха предусмотрены отопительно-вентиляционные системы.

При пониженной освещенности рабочего места имеется в наличии светильники, нормы освещенности по СН 124-72. Также для защиты от действия электрическим током, предусмотрено заземление, изоляция токоведущих частей, снижение напряжения до безопасного.

Молниезащита предприятия должна удовлетворять требование РД 34.21.122-87.

В случае воздействия механических факторов ограждения должны удовлетворять требованиям ГОСТ I 12.2.062-81.

Допустимые значения уровня звука и звукового давления должны соответствовать санитарным нормам допустимых уровней шума на рабочих местах.

Техногенная катастрофа, катастрофа с тяжелыми последствиями для окружающей среды и человека, вызванная применением технических средств или выходом их из строя (авиакатастрофы, железнодорожные, морские и речные катастрофы, взрывы, пожары, экологические катастрофы, аварии ядерных устройств); техногенным также может быть землетрясение, наводнение.

Катастрофа авария (итал. *avaria*, от араб. авар — повреждение, ущерб), выход из строя, повреждение какого-либо механизма, устройства, машины во время работы, движения. В переносном смысле — несчастный случай, неудача, катастрофа.

Вводимое на всей территории страны чрезвычайное положение не может превышать 30 суток, а в ее отдельных местностях — 60 суток. Режим чрезвычайного положения может полностью или частично приостановить полномочия органов исполнительной власти субъекта и органов местного

самоуправления; установить ограничения на свободу передвижения; усилить охрану общественного порядка; ограничить осуществление отдельных видов финансово-экономической деятельности; ввести особый порядок продажи, приобретения и распределения продовольствия и предметов первой необходимости; запретить или ограничить проведение собраний, митингов, демонстраций; запретить забастовки; приостановить деятельность опасных производств. Президент может своим указом ввести комендантский час; ограничить свободу печати и средств массовой информации предварительной цензурой; приостановить деятельность политических партий, объединений граждан; ограничить или запретить оборот оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ; продлить срок содержания под стражей подозреваемых и обвиняемых в совершении актов терроризма и особо тяжких преступлений на весь период действия чрезвычайного положения, но не более чем на три месяца.

26 мая 2000г. был принят закон о гражданской защите населения состоящий из 5 разделов и 25 статей. Настоящий закон определяет основные задачи в области гражданской защиты.

19 августа 1999г. Был принят закон о профилактике заболеваний вызванного вирусами и ВИЧ инфекциями состоящий из 13 статей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрен вопрос получения и автоматизации производства герметизирующих гидроизоляционных материалов, применяемых при строительстве и ремонта автомобильных дорог, мостов и аэродромов.

На основе лабораторных исследований где были рассмотрены критерии оптимизации, исследовано модельное содержание мастик, а также определены температура и продолжительность варки материала, составлены компьютерные модели статики процесса для отдельных марок мастик, для определения оптимального количества необходимых компонентов. Исходя из расхода компьютер автоматически вычисляет содержание каждого компонента.

Показаны возможности создания оптимальных составов и технологических режимов для производства герметизирующих композиционных мастик для применения в строительстве и ремонте автомобильных дорог.

Сформулированы цели и задачи дальнейшего исследования в области оптимизации составов и технологических параметров получения герметизирующих композиционных материалов и мастика на их основе.

Проведен системный и параметрический анализ объекта, что позволило глубже изучить объект с точки зрения входных и выходных параметров. Далее была составлена математическая модель всей системы, определен тепловой и материальный балансы.

Составлена математическая модель процесса, рассмотрено материальный и тепловой балансы затем была составлена компьютерная модель всей системы, для оптимизации расхода необходимых компонентов, а также для регулирования температуры в реакторе составлен расчет системы автоматического регулирования, где был выбран пропорционально – интегральный регулятор.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Наша задача – дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа. – Ташкент, Узбекистан, 2010 – 70 с.
2. Артыков А. А. – Компьютерные методы анализа и синтеза технологических систем. Ташкент 2012 – 208 с.
3. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. М.: Высшая школа, 1964. -304 с.
4. Горшенипа Г.И., Михайлов Н.В. Полимербитумные изоляционные материалы. М.: Недра, 1967. - 240 с.
5. Собиров Б.Б., Рахманов Б., Негматов С.С., и др. Композиционная гидроизоляция и гидроизоляционные материалы, применяемые для герметизации швов и трещин в автомобильных дорожных покрытиях и требования к ним //Композиционные материалы, 2004, - №3. – С. 62-64.
6. Слепая Б.М. Исследования некоторых свойств асфальтобетона с добавкой резины //Тр.СоюзДорНИИ. – М., 1969.- Вып.34.- С.89-90.
7. Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий с применением резинового порошка // СоюзДорНИИ. –М., 1976, -18 с.
8. И.В. Провинтеев. И.В. Определение степени гомогенности резинобитумных композиций на основе регенерата // Каучук и резина, 1967.- №3. С. 21- 26.
9. Негматов С.С., Махмудов Я.Н., Ибодуллаев А.С. и др. Проблемы герметизации, ремонта и ликвидации трещин бетонных и асфальтобетонных дорог, аэродромов и создания новых видов герметизирующих мастик посредством применения композиционных

- гидроизоляционных материалов // Композиционные материалы, 2002, -№2,- С.14-17.
10. Конспект лекций по курсу: «Основы проектирования систем автоматизации».
 11. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах. ГОСТ 21. 04-85
 12. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.М., Автоматизация химических производств, учебное пособие для вузов. – М.:Химия, 1982. 295стр
 13. Поронко В.В. Технологические измерения и КИПв пищевой промышленности.- М: Агропромиздат, 1990, -290с.
 14. Промышленные приборы и средства автоматизации:
 15. Справочник /под ред. В.В.Черенкова-Л.:Машиностроение., 1987, 847 с.,
 16. Каталог промышленных приборов и средств автоматизации фирмы Metran, Samson.

Поиск оптимального решения по изменению компонентов

1. Поиск оптимального решения по изменению доли битума БН-90/10; БН-70/30

Для исследования влияния технологических факторов на свойства композиционных герметизирующих мастик в первую очередь исследована и определена модельная композиция, состоящая из 40 % битума БН-90/10, 30 % битума БН-70/30, 20 % госсиполовой смолы и 10 % резиновой крошки, 20% песок и волостанить. Исследование зависимости свойств мастики от технологических факторов показали, что данная модельная рецептура практически не является оптимальной. Это в свою очередь указывает на необходимость установления оптимального количества каждого компонента, входящего в модельную композицию и при возникновении необходимости исследовать влияние вида и содержания битумов и других ингредиентов, которые могут способствовать улучшению необходимых характеристик вновь создаваемых герметизирующих композиционных мастик.

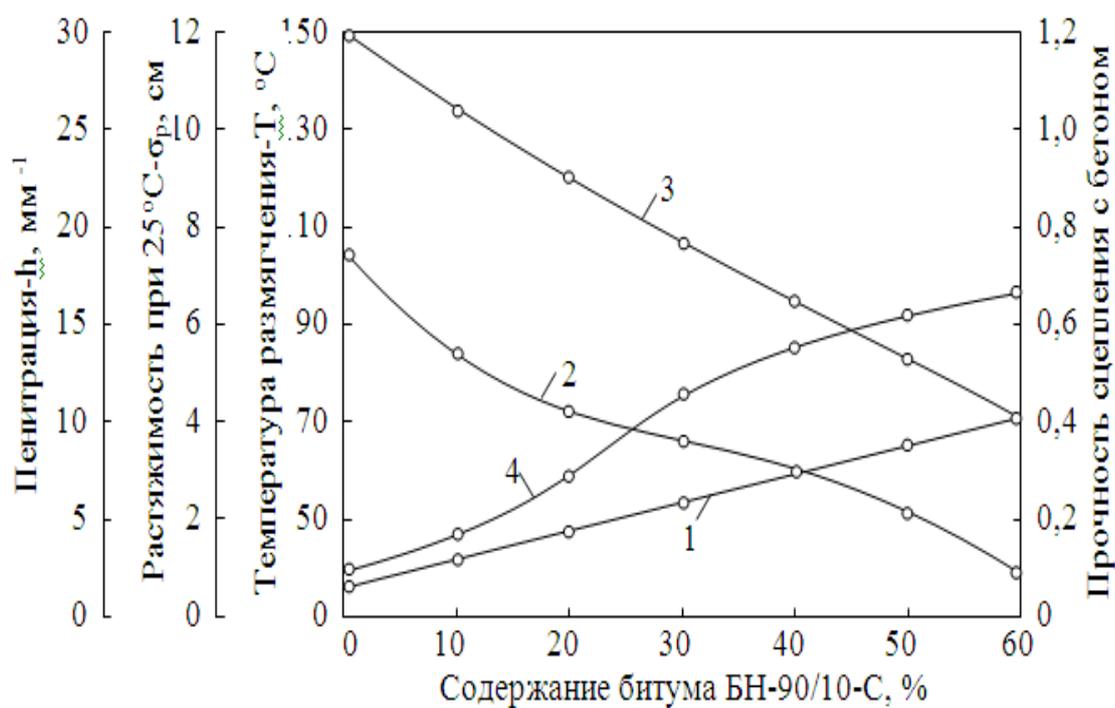


Рис. 1 Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) мастики от содержания битума БН90/10 в композиции

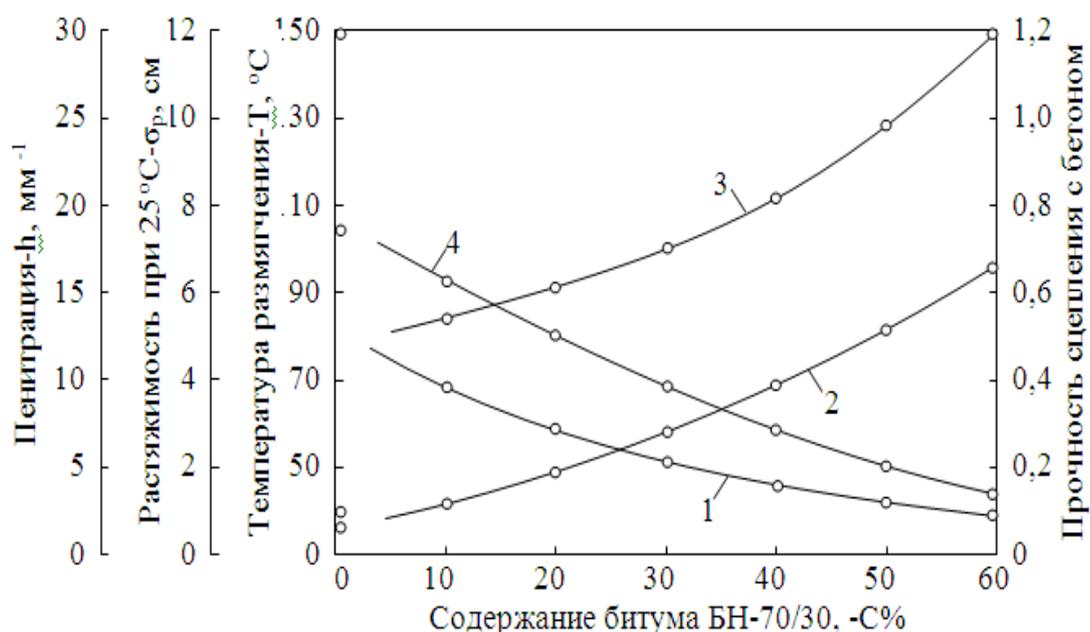


Рис. 2 Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) мастики от содержания битума БН-70/30 в композиции

На рисунке 1 приведены зависимости некоторых характеристик мастик от количественного содержания битума марки БН-90/10 в композиции. При этом количество других компонентов сохранено на уровне модельной рецептуры.

Закономерность хода кривых рисунка 2 показывает, что количественное содержание битума марки БН-90/10 в композиции оказывает существенное влияние на формирование таких свойств мастики, как температура размягчения, растяжимость при 25°C, пенитрации и прочность сцепления с бетоном. Причем, с увеличением содержания данного битума значительно улучшаются показатели температуры размягчения и прочности сцепления с бетоном. Однако эти показатели не удовлетворяют требованиям, предъявляемым условиями нашей республики. Несмотря на это, исходя из совокупности данных рисунка 5, за приемлемое количественное содержание битума марки БН-90/10 в композиции принимаем 30-35 %.

2. Поиск оптимального решения по изменению доли госсиполовой смолы

Из полученных выше результатов появляется необходимость изучения влияния и количественного содержания госсиполовой смолы, а также резиновой крошки на формирование свойств композиционных герметизирующих мастик.

На рисунке 3 приведены результаты исследования влияния количества госсиполовой смолы на свойства получаемых мастик. При этом количество других компонентов сохранены на прежнем уровне.

Ход кривых рисунка 3 показывает идентичность свойств госсиполовой смолы с битумом марки БН-70/30. Температура размягчения (кр.1) мастики по мере увеличения содержания госсиполовой смолы в композиции снижается от 75 до 45°С. Такая же закономерность наблюдается в зависимости прочности связи мастики с бетоном (кр.4). Показатели пенитрации (кр.3) и растяжимости при 25°С увеличиваются соответственно до 25 мм⁻¹ и 8 см. Исходя из этого необходимо сделать вывод, что госсиполовую смолу можно использовать как один из ингредиентов композиционной герметизирующей мастики. В силу того, что госсиполовая смола является отходом масложировой промышленности и в настоящее время практически не используется, это может способствовать значительному снижению себестоимости мастики при освоении технологии ее промышленного производства.

Согласно данным рисунка 3, за оптимальное количество госсиполовой смолы в рецептуре композиционной герметизирующей мастики можно принять 20-25%.

Далее было исследовано влияние количества резиновой крошки на свойства мастики (рисунок 4).

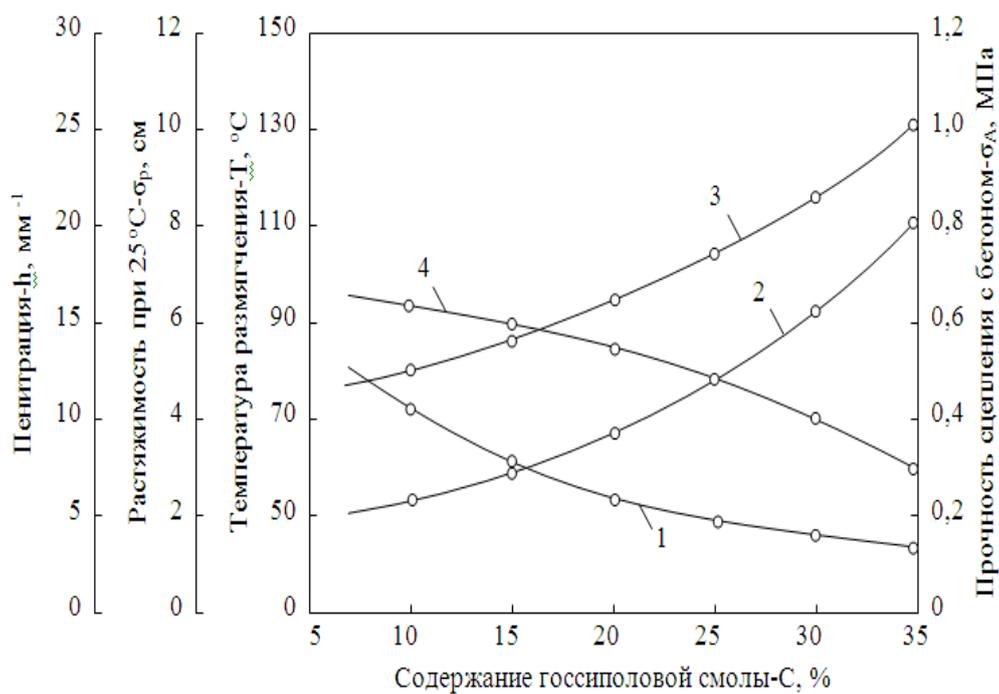


Рис. 3 Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) композиционной мастики от содержания госсиполовой смолы

3. Поиск оптимального решения по изменению доли резиновой крошки

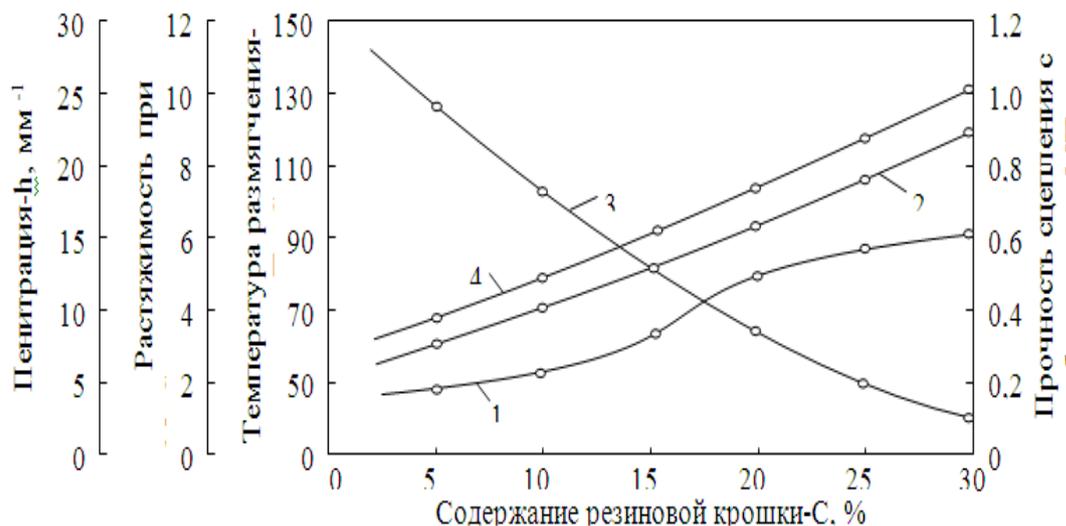


Рис. 4. Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) композиционной мастики от содержания резиновой

Как видно из кривых рисунка 4, резиновая крошка оказывает существенное влияние на формирование свойств герметизирующей мастики. В частности, температура размягчения увеличивается от 50 до 90°C (кр. 1) по мере увеличения резиновой крошки в рецептуре от 5 до 30 %. Растяжимость при температуре 25°C достигает более 8 см. Показатель пенитрации, т.е. глубина проникания иглы при температуре 25 °C, уменьшается и доходит до 5 мм⁻¹(кр. 3), а прочность сцепления с бетоном прямолинейно повышается и достигает 1 МПа при содержании резиновой крошки в рецептуре 30% (кр.4).

Наблюдаемую закономерность зависимости свойств мастики от количества резиновой крошки в рецептуре можно объяснить тем, что в процессе варки определенная часть резины растворяется в битуме и

госсиполовой смоле и превращается в клееподобное вещество, что способствует повышению вязкости всей системы. Не растворившаяся часть резиновой крошки играет роль эластичного наполнителя и способствует повышению твердости мастики, в результате чего сокращается степень пенитрации и увеличивается прочность сцепления с бетоном. С учетом приведенных суждений и исходя из кривых рисунка 3, за оптимальное количество резиновой крошки в рецептуре мастики принимаем 10-15%.

Из результатов проведенных исследований видно, что мастики, содержащие выше приведенные компоненты не удовлетворяют требованиям, предъявляемым условиями нашей республики, особенно по показателям прочности сцепления с бетоном и температуры размягчения. Показатели пенитрации и растяжимости при 25°C можно считать удовлетворительными.

Из сказанного вытекает необходимость поиска путей улучшения этих показателей путем подбора соответствующих ингредиентов. Такими ингредиентами, на наш взгляд, могут быть гашеная известь, волокнистая базальтовая вата и некоторые порошкообразные наполнители минерального происхождения, которые могут способствовать увеличению температуры размягчения разрабатываемой мастики при сохранении других характеристик на требуемом уровне.

4. Поиск оптимального решения по изменению доли базальтовой ваты

Как показывает ход кривых рисунка 5, базальтовая вата способствует некоторому повышению температуры размягчения (кр.1) и

снижению растяжимости при 25°C (кр.2). Прочность сцепления с бетоном (кр.4) по мере увеличения базальтовой ваты в композиции увеличивается от 0,6 до 0,8 МПа. Показатель пенитрации уменьшается с 25 до 5 мм⁻¹. Характер кривых объясняется волокнистой структурой базальтовой ваты, которая играет роль армирующего наполнителя в композиции, что вполне согласуется с увеличением твердости и температуры размягчения мастики. Показатели растяжимости и пенитрации падают по мере увеличения количества базальтовой ваты в композиции, что так же подтверждает армирующую роль данного компонента. Из данных рисунка 5 видно, что введение определенного количества базальтовой ваты способствует в некоторой степени улучшению ряда показателей мастики, без существенного ухудшения показателя растяжимости и пенитрации. В силу этого, оптимальным количеством базальтовой ваты при варке мастики можно принять 2-4%.

5. Поиск оптимального решения по изменению доли гашеной извести

Известно, что гашеная известь имеет гидроксильные группы, которые могут взаимодействовать с некоторыми функциональными группами как госсиполовой смолы, так и битумов, которые составляют основную часть герметизирующих композиционных мастик. При изменении свойств этих продуктов тем или иным путем можно ожидать определенного улучшения комплекса свойств всей системы как герметизирующего материала. В связи с этим, было исследовано влияние различного количества гашеной извести на формирование

комплекса свойств разрабатываемой мастики (рисунок б)

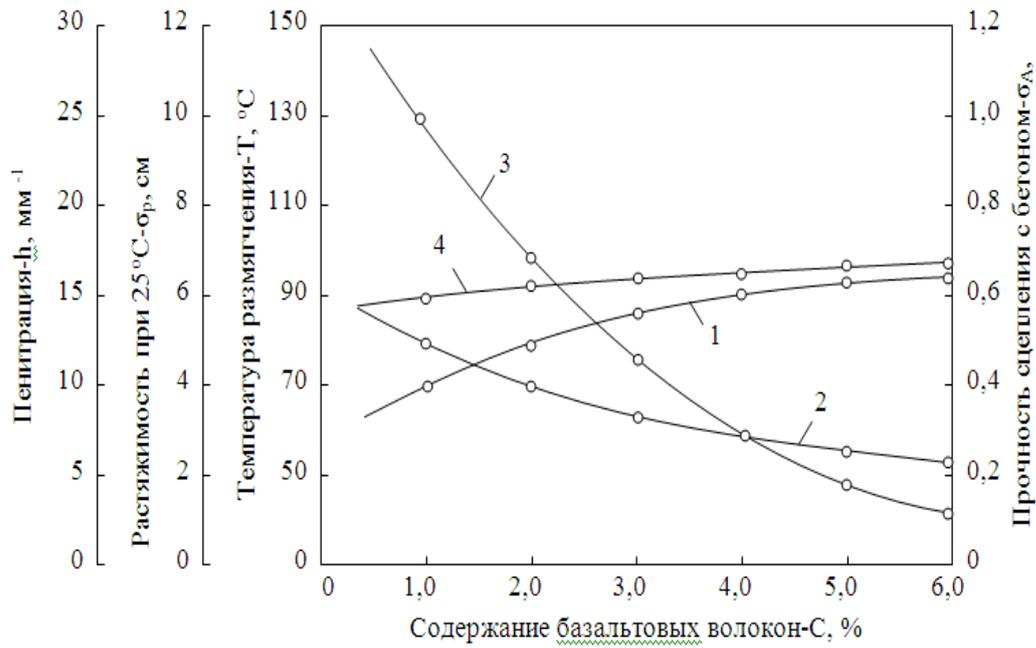


Рис.5 Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°С (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) композиционной мастики от содержания базальтовой ваты

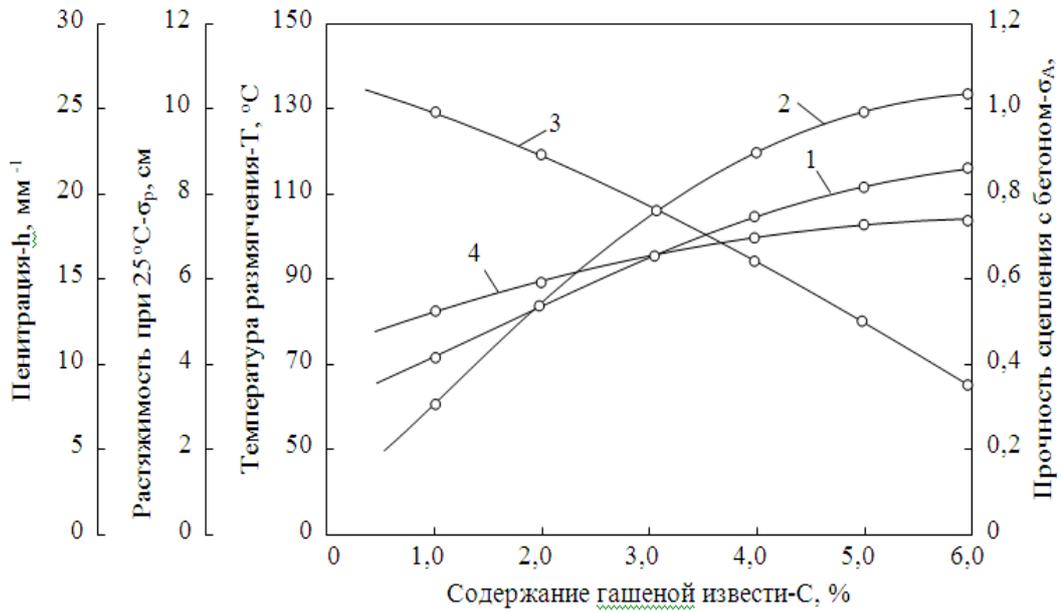


Рис. 6 Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°С (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) композиционной мастики от содержания гашеной извести в композиции

6. Поиск оптимального решения по изменению температуры варки

На рисунке 7 приведены результаты исследований влияния температуры варки на физико-механические свойства мастики. Эти исследования проводились в интервале температур от 140 до 220°С при времени варки 4,5 часов.

Как видно из кривых 1 и 4 (рис.7), температура размягчения и прочность сцепления мастики с бетоном с повышением температуры варки плавно увеличиваются и достигают 75-80 °С и 0,3-0,4 МПа соответственно в интервалах температур 180-200 °С, а показатели растяжимости и пенитрации несколько снижаются и достигают в этих интервалах своих удовлетворительных значений. Исходя из наблюдаемых закономерностей, за оптимальную температуру варки для данной рецептуры нужно принять 195 ± 5 °С.

На рисунке 7 отражены зависимости физико-механических характеристик мастик, полученных по рецептурам, соответствующим маркам МБРГ-90 и МБРГ-100, которые, в отличие от предыдущей рецептуры, дополнительно содержат 2,5-3 мас. ч. тонковолокнистого минерального наполнителя и 1-2 мас. ч. гашеной извести.

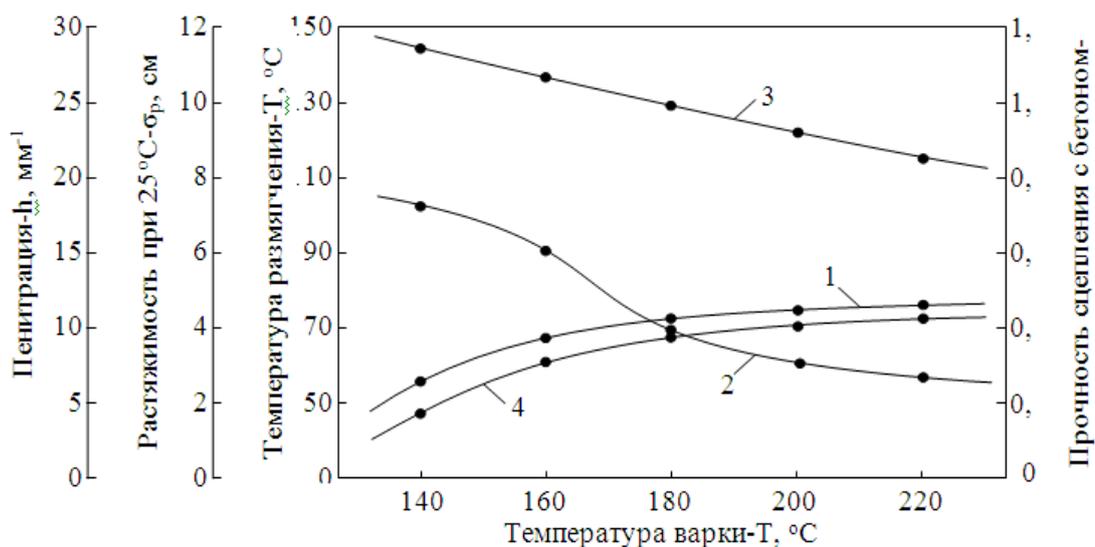


Рис.7 Зависимость физико-механических свойств мастики, полученной по рецептуре, соответствующей марке МБРГ-80 (таблица 8) от температуры варки в течение 4,5 часов: 1 – температура размягчения, °C; 2 – растяжимость при 25°C, см; 3 – пенетрация, мм⁻¹; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа.

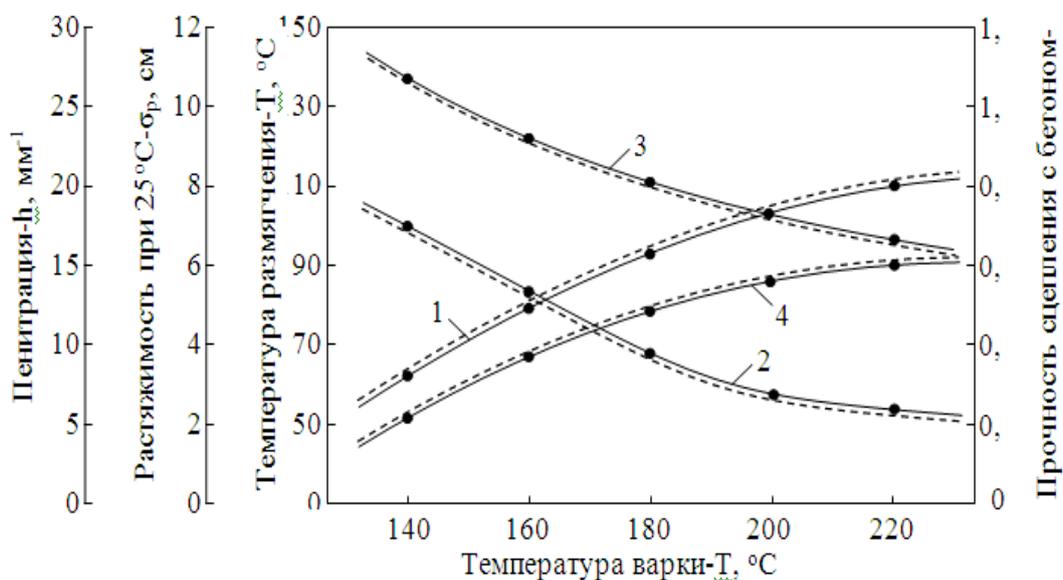


Рис.8 Зависимость физико-механических свойств мастик, полученных по рецептурам, соответствующим маркам МБРГ-90 и МБРГ-100 (таблица 8) от температуры варки в течение 4,5 часов:

1 – температура размягчения, °C; 2 – растяжимость при 25°C, см;
 3 – пенетрация, мм⁻¹; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа
 МБРГ-90 МБРГ-100

Ход кривых рисунка 8 показывает, что температура варки мастик оказывает почти одинаковое влияние на формирование их физико-меха-

нических свойств. По мере повышения температуры варки наблюдается улучшение адгезионных свойств и повышение температуры размягчения в обоих случаях. В случае, когда содержание гашеной извести составляет 2 мас.ч., т.е. в рецептуре МБРГ-100, эти показатели сравнительно выше. По-видимому это связано с тем, что гашеная известь вступает во взаимодействие с битумами и госсиполовой смолой, способствуя тем самым формированию структур с более повышенной термостойкостью и адгезионными свойствами.

Полученные результаты подтверждают сделанное выше предположение, т.е. увеличенные количества гашеной извести и введение дополнительно активированного наполнителя минерального происхождения заметно улучшают свойства мастик, доводя температуру размягчения до 100 – 110 °С и показателя прочности сцепления с бетоном до 7,5-8 МПа при температурах варки 180-200°С. Необходимо отметить, что дальнейшее повышение температуры, т.е. варка мастики при 220°С, приводит к ухудшению таких характеристик как пенитрация и растяжимость.

7. Поиск оптимального решения по изменению времени варки

Основными технологическими параметрами при варке герметизирующих мастик являются продолжительность и температура, при которых материал получается с соответствующими свойствами.

В первую очередь было исследовано влияние времени варки на физико-механические характеристики композиционных мастик, дополнительно содержащих такие компоненты, как тонковолокнистый минеральный наполнитель, гашеная известь и активированный наполнитель минерального происхождения в соответствующих количествах.

На рисунке 9 приведены результаты исследований влияния времени варки на физико-механические свойства мастики, содержащей дополнительно 2 мас.ч. тонковолокнистого минерального наполнителя. При этом температуру варки сохранили на уровне $175 \pm 5^\circ\text{C}$, которая соответствовала температуре варки модельных смесей, а продолжительность варки меняли от 1 до 6 часов.

На рисунке 10 приведены результаты исследований влияния времени варки на физико-механические свойства герметизирующих композиционных материалов, содержащих 2,5-3 мас.ч. тонковолокнистого минерального наполнителя и 1-2 мас. ч. гашеной извести.

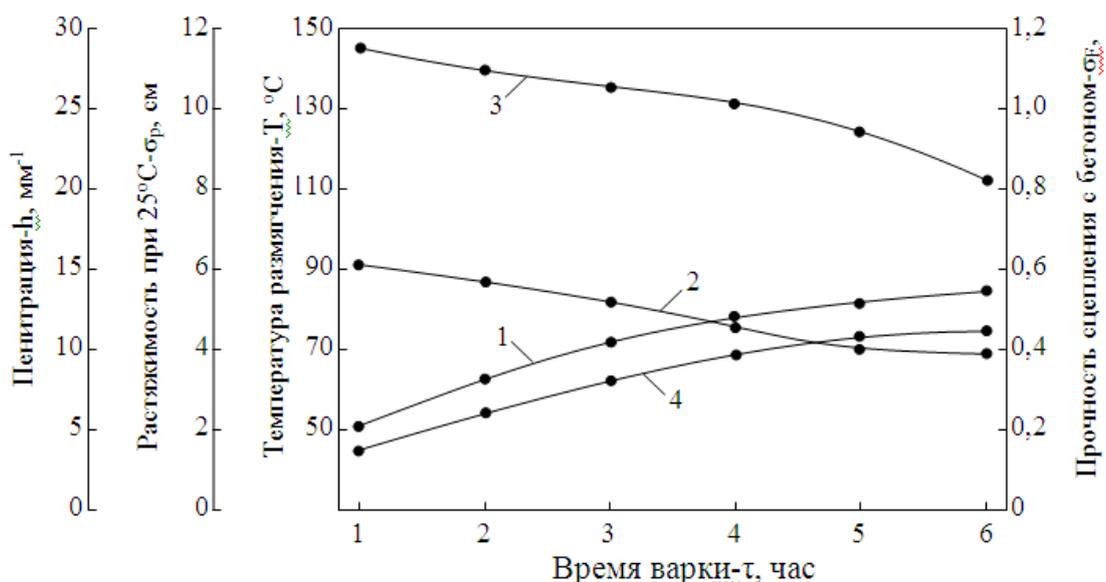


Рис.9 Зависимость физико-механических свойств мастики, полученной по рецептуре, соответствующей марке МБРГ-80 (таблица 8) от времени варки при температуре 180°C : 1 – температура размягчения, $^\circ\text{C}$; 2 – растяжимость при 25°C , см; 3 – пенитрация, мм^{-1} ; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа.

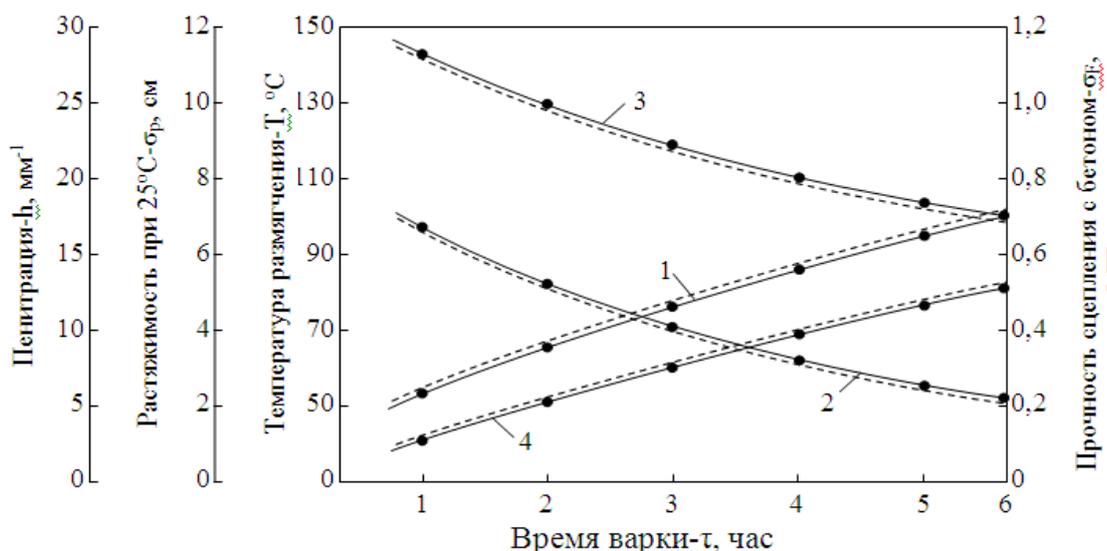


Рис.10 Зависимость физико-механических свойств мастик, полученных по рецептурам, соответствующим маркам МБРГ-90 и МБРГ-100 (таблица 8) от времени варки при температуре 180°C: 1 – температура размягчения, С°; 2 – растяжимость при 25°C, см; 3 – пенитрация, мм⁻¹; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа.

— МБРГ-90
 - - - МБРГ-100

Из кривых рисунка 10 видно, что время варки оказывает существенное влияние на физико-механические свойства композиционных мастик, содержащих вышеуказанные ингредиенты и это особенно заметно на показателях пенитрации и температурах размягчения. Показатель пенитрации (кр 3) снижается от 28 до 20 мм⁻¹, а температура размягчения повышается до уровня 90-100 °C.

Такая закономерность улучшения показателей мастик, содержащих дополнительно гашеную известь и тонковолокнистый минеральный наполнитель объясняется тем, что по мере увеличения времени варки мастики увеличивается возможность взаимодействия госсиполовой смолы и битумов с гашеной известью и это приводит к увеличению средней

молекулярной массы композиции, вследствие чего масса становится более жесткой и теплостойкой.

Далее были исследованы зависимости физико-механических свойств композиционных герметизирующих мастик, содержащих дополнительно 4 мас. ч. активированного наполнителя минерального происхождения и по 3 мас.ч. тонковолокнистого минерального наполнителя и гашеной извести. Результаты представлены на рисунке 16.

Ход кривых рисунка 11 показывает, что введение в состав композиционной мастики дополнительно 4 мас. ч. активированного наполнителя минерального происхождения так же способствует улучшению некоторых свойств мастик в зависимости от продолжительности времени варки. При продолжительности времени варки порядка 4-5 часов температура размягчения достигает 105-110 °С, а прочность сцепления с бетоном превышает 0,7 МПа. Показатели растяжимости и пенитрации практически не ухудшаются.

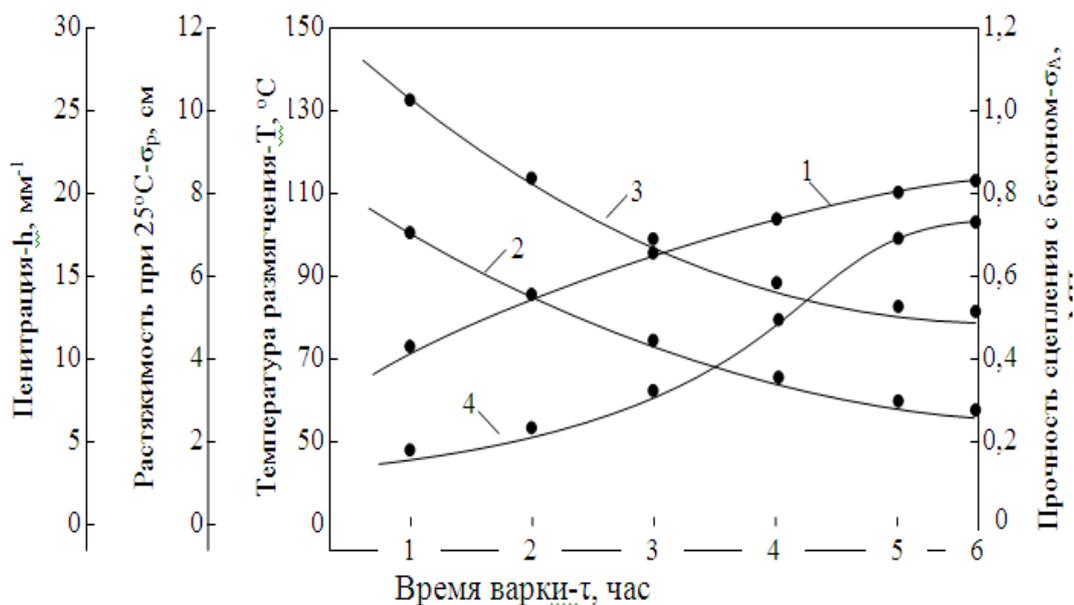


Рис.11 Зависимость физико-механических свойств мастики, полученной по рецептуре, соответствующей марке МБРГ-110 (таблица 8) от времени варки при температуре 180°C: 1 – температура размягчения, °C; 2 – растяжимость при 25°C, см; 3 – пенетрация, мм⁻¹; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа.

Анализируя закономерности, наблюдаемые при исследованиях влияния времени варки на физико-механические свойства композиционных герметизирующих мастик, содержащих различные ингредиенты, можно

заметить, что при формировании свойств материала значительную роль играет количество вводимых дополнительных ингредиентов.

Поэтому, с целью установления возможности дальнейшего улучшения свойств разрабатываемых герметизирующих композиционных материалов, было исследовано также влияние времени варки при некотором увеличении количества вводимых дополнительных ингредиентов. В частности, количество тонковолокнистого минерального наполнителя было увеличено до 4 мас.ч. активированного наполнителя минерального происхождения до 6 мас.ч. резиновой

крошки до 16 мас.ч. при сохранении содержания других ингредиентов на прежнем уровне. Полученные результаты проведены на рисунке 12

Как показывают кривые рисунка 12, увеличение содержания резиновой крошки на 2 мас.ч. и минеральных волокнистых и активированных порошкообразных наполнителей на 1 и 2 мас.ч. соответственно, способствует улучшению свойств мастики, особенно по температуре размягчения, которая, достигает порядка 115-120 °С при варке в течение 4-5 часов. Другие показатели мастик так же улучшаются в определенной степени и сохраняются на уровне требований к таким маркам мастик, которые должны эксплуатироваться в условиях жаркого климата.

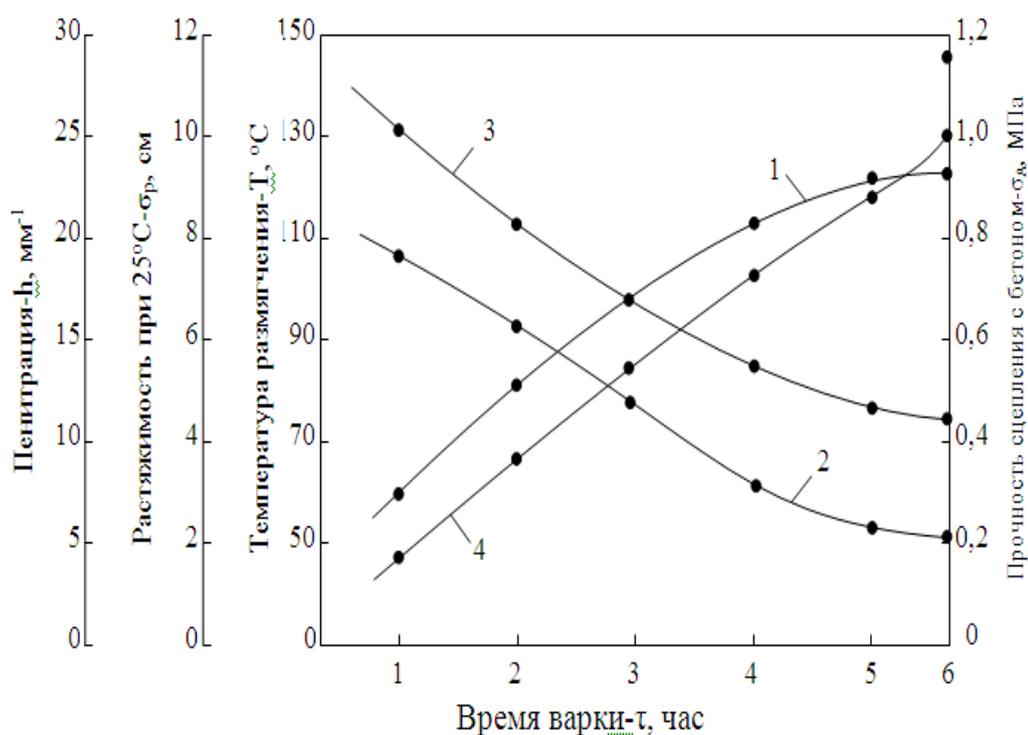


Рис. 12 Зависимость физико-механических свойств мастики, полученной по рецептуре, соответствующей марке МБРГ-120 (таблица 8) от времени варки при температуре 180°C: 1 – температура размягчения, °C; 2 – растяжимость при 25°C, см; 3 – пенитрация, мм; 4 – прочность сцепления с бетоном, МПа

Исследование влияния времени варки мастик, содержащих такие ингредиенты, как волокнистые, порошкообразные минерального происхождения, госсиполовую смолу, битумы и резиновую крошку органического происхождения свидетельствуют о том, что путем подбора соответствующих ингредиентов и установления оптимального времени варки можно получать композиционные герметизирующие материалы с заранее заданными свойствами. Улучшение свойств композиций по мере увеличения продолжительности варки происходит из-за того, что при этом улучшается равномерность распределения компонентов в массе мастики, тем самым создаются благоприятные условия для их полного физико-химического взаимодействия.

Таким образом, совокупность кривых рисунков 9, 10, 11 и 12 показывают, что время оказывает существенное влияние на формирование физико-механических свойств композиционных герметизирующих мастик, содержащих дополнительно такие компоненты, как тонковолокнистый минеральный наполнитель, гашеную известь и активированный наполнитель минерального происхождения. При этом наилучшие свойства композиций формируются при варке мастик в течение 4,5-5 часов.

Реализация решений

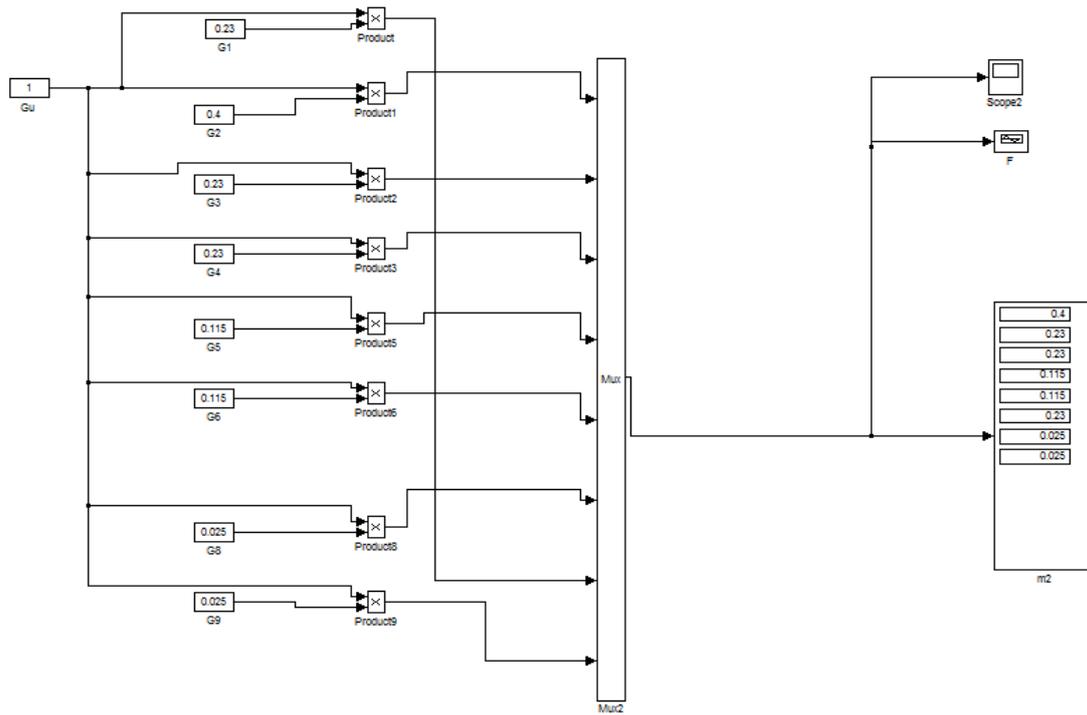
На основе проведенного поиска оптимальных решений получены мастики для различных случаев употребления

Рецептуры мастик, предназначенных для эксплуатации в различных климатических условиях

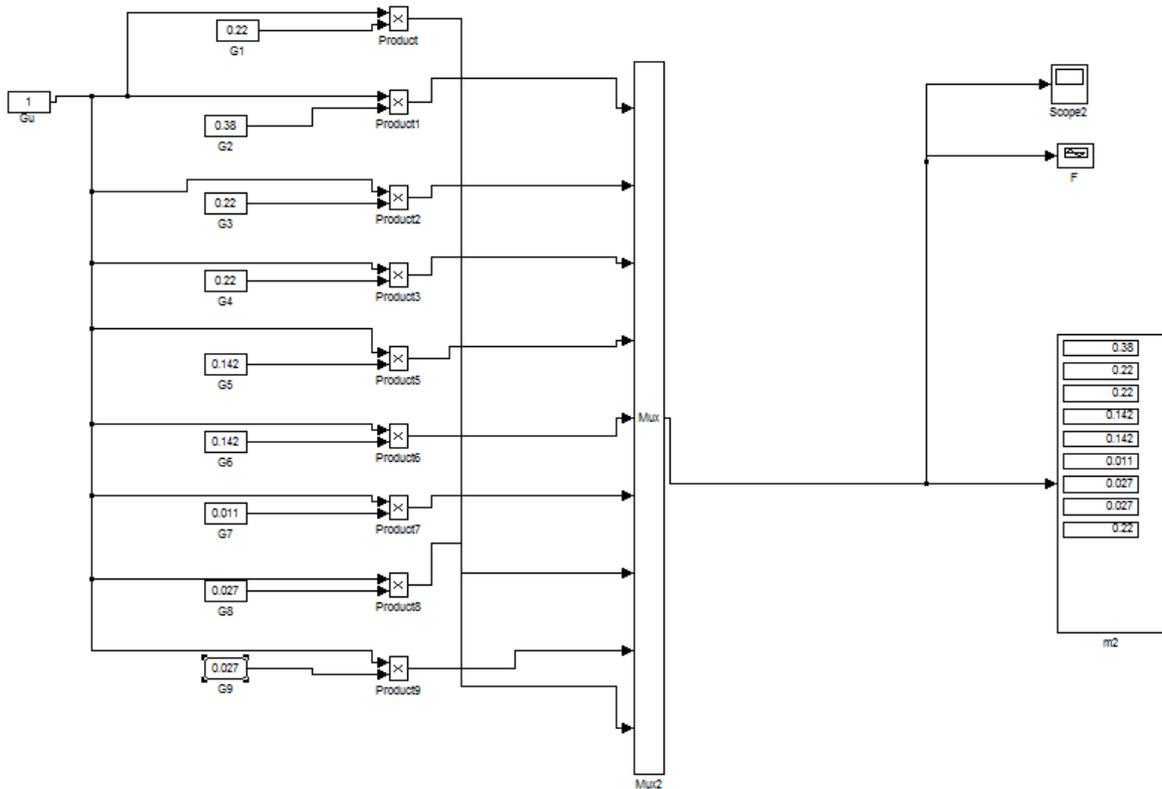
Наименование ингредиентов	Содержание ингредиентов, в мас.ч.				
	МБРГ-80	МБРГ-90	МБРГ-100	МБРГ-110	МБРГ-120
Битум БН-70/30	23,0	22,0	21,7	20,2	20,2
Битум БН-90/10	40,0	38,0	38,0	35,3	30,2
Госсиоловая смола	23,0	22,0	21,7	20,2	20,2
Госсиоловая смола окисленная	23,0	22,0	21,7	20,2	20,2
Резиновая крошка	11,5	14,2	13,2	14,0	16,2
Тонкоизмельченная резиновая крошка	11,5	14,2	13,2	14,0	16,2
Базальтовое волокно	2,5	2,7	3,2	3,1	4,1
Базальтовое волокно тонкоизмельченное	2,5	2,7	3,2	3,1	4,1
Известь гашенная	-	1,1	2,2	3,1	3,1
Волластонит	-	-	-	-	-
Волластонит механоактивированный	-	-	-	-	-
Активированный наполнитель минерального происхождения	-	-	-	4,1	6,0

Для каждого случая разработана компьютерная модель, где исходя из расхода готовой мастики компьютер вычисляет необходимое количество компонентов:

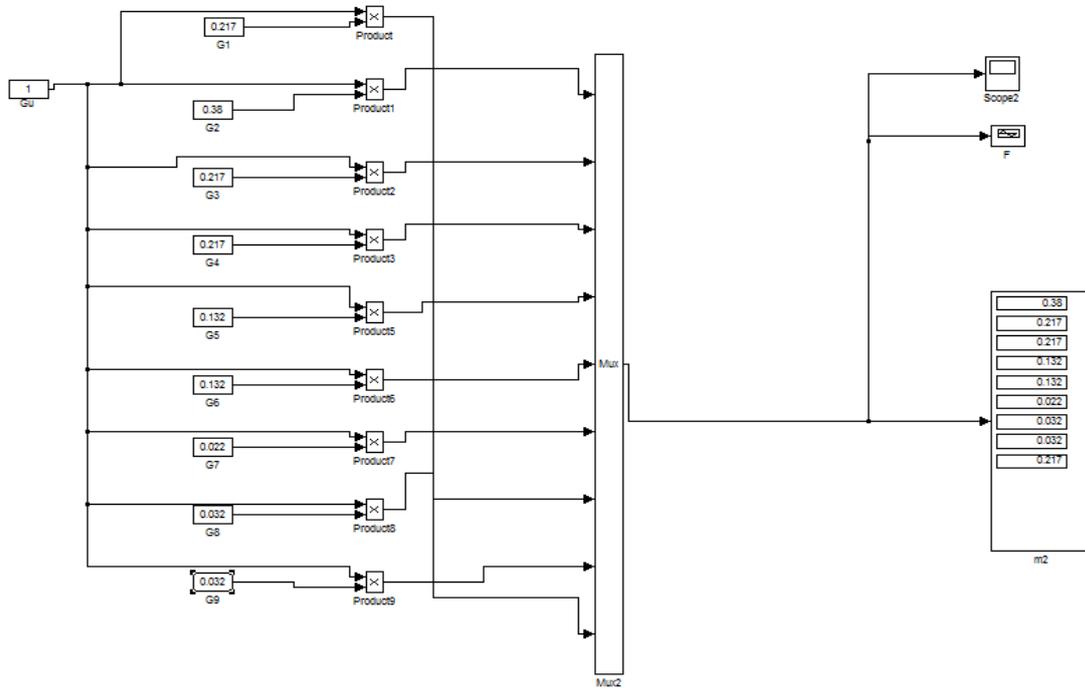
Регулирование расхода компонентов для мастики марки МБРГ - 80



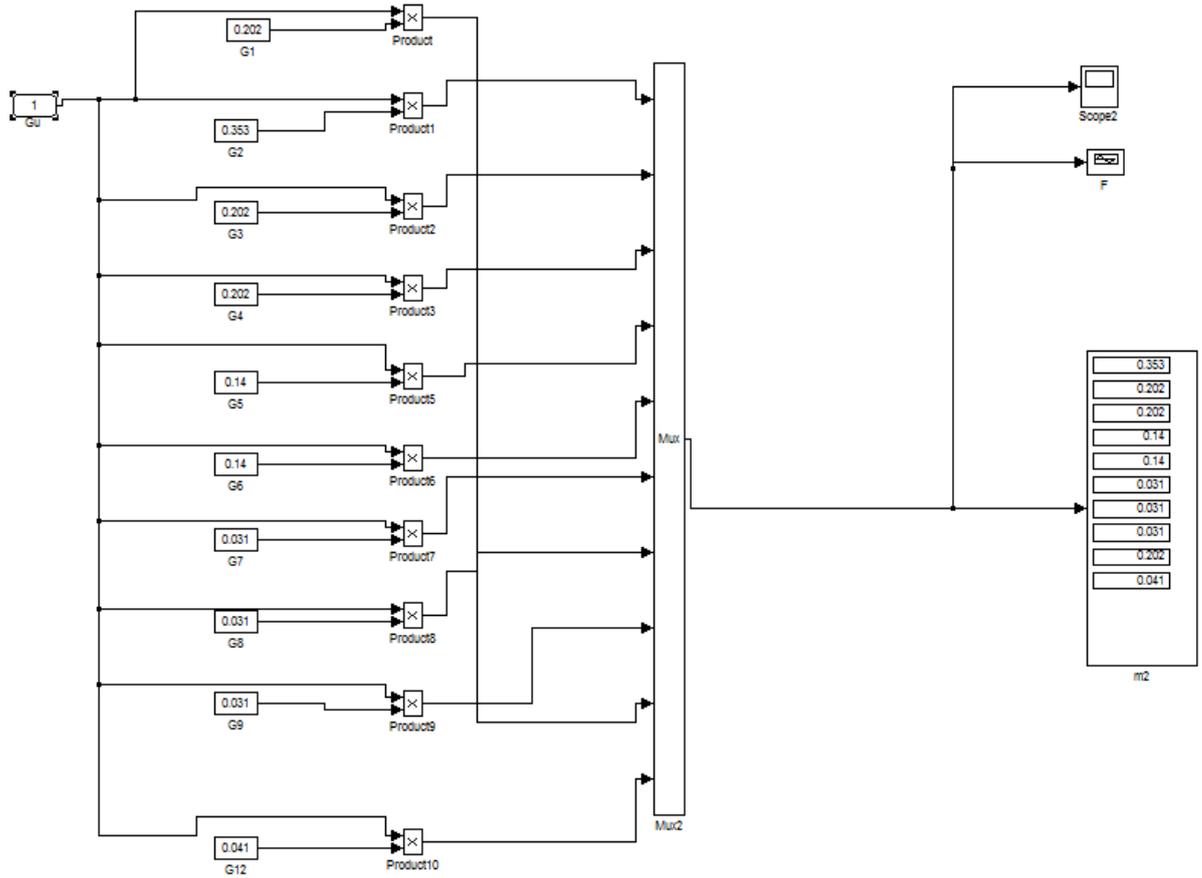
Регулирование расхода компонентов для мастики марки МБРГ - 90



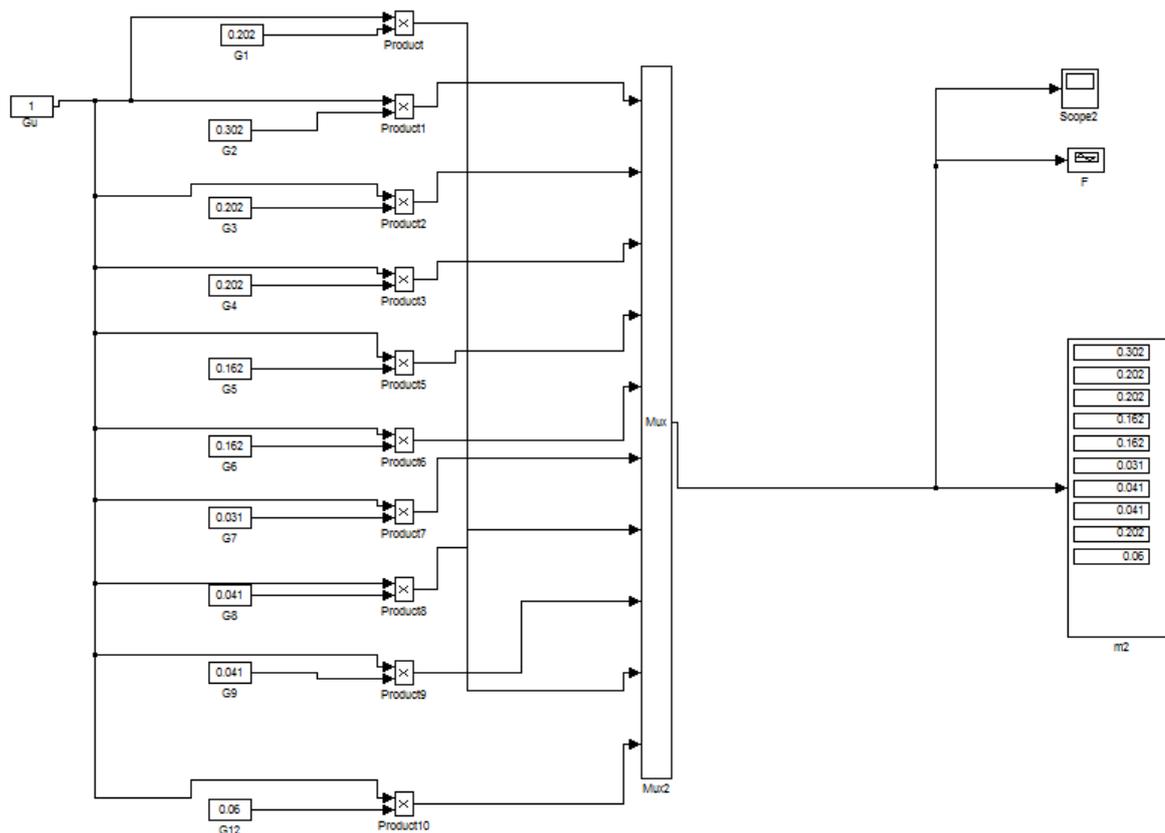
Регулирование расхода компонентов для мастики марки МБРГ - 100



Регулирование расхода компонентов для мастики марки МБРГ - 110



Регулирование расхода компонентов для мастики марки МБРГ - 120



В связи с этим, на основе анализа многочисленных комплексных результатов исследований, была создана эффективная технология производства герметизирующих композиционных материалов на основе органических и неорганических местных сырьевых ресурсов и отходов различных производств, позволяющая получать композиционные многофазные композиционные материалы и герметизирующие мастики на их основе с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Технологическая схема получения герметизирующих гидроизолирующих композиционных материалов и мастик на их основе

показана на рисунке 13 она состоит из следующих стадий технологических процессов:

- заготовка и хранения сырьевых материалов;
- процесс подготовки битумов БН70/40 и БН90/10 (нагрев до 90-100⁰С) и дозировка битумного связующего;
- процесс подготовки вязкой госсиполовой смолы (нагрев до 60-80⁰С) и дозировка госсиполовой смолы;
- процесс окисления госсиполовой смолы горячим воздухом в течение 30-40 минут, нагрев до 80 -100⁰С и дозировка госсиполовой битума;
- процесс дробления резинового отхода, тонкого измельчения резиновой крошки и дозировка;
- *измельчения твердой извести, процесс гашения, тонкая измельчение и дозировка;*
- *грубая и тонкая измельчения базальтового волокна, рассев базальтового волокна и дозировка;*
- *процессы сушки механоактивация, дозировки волластонита;*
- *процессы сушки механоактивации барханного песка и дозировка;*
- *процесс смешивание битума с вязкотекучей госсиполовой смолы и тонкоизмельченной резины;*
- *процесс смешивания битума с окисленной госсиполовой смолы и тонкоизмельченной резины;*
- *процесс приготовления герметизирующих композиционных материалов и мастик на основе смешенной битума, госсиполовой смолы и*

тонко измельченной резины или госсиполовой смолы, окисленной госсиполовой смолы и тонкоизмельченной резины, порошкообразной гашенной известь, тонкоизмельченная базальтовая волокна, механоактивированного воластонита и механоактивированного барханного песка;

- процесс упаковки и складирование полученных герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе.

Таким образом, разработанные стадии технологического процесса получения герметизирующих композиционных материалов мастик на их основе состоит из следующих основных научно-методических принципов:

- подготовка компонентов композиции для получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе путем сушки и измельчения;

- дозировка и подача компонентов композиции в соответствующие агрегаты и в конце смеситель;

- приготовление герметизирующих композиционных материалов на их основе путем тщательного смешивания компонентов и их формования;

- затаривание, складирование и передача герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе потребителям.

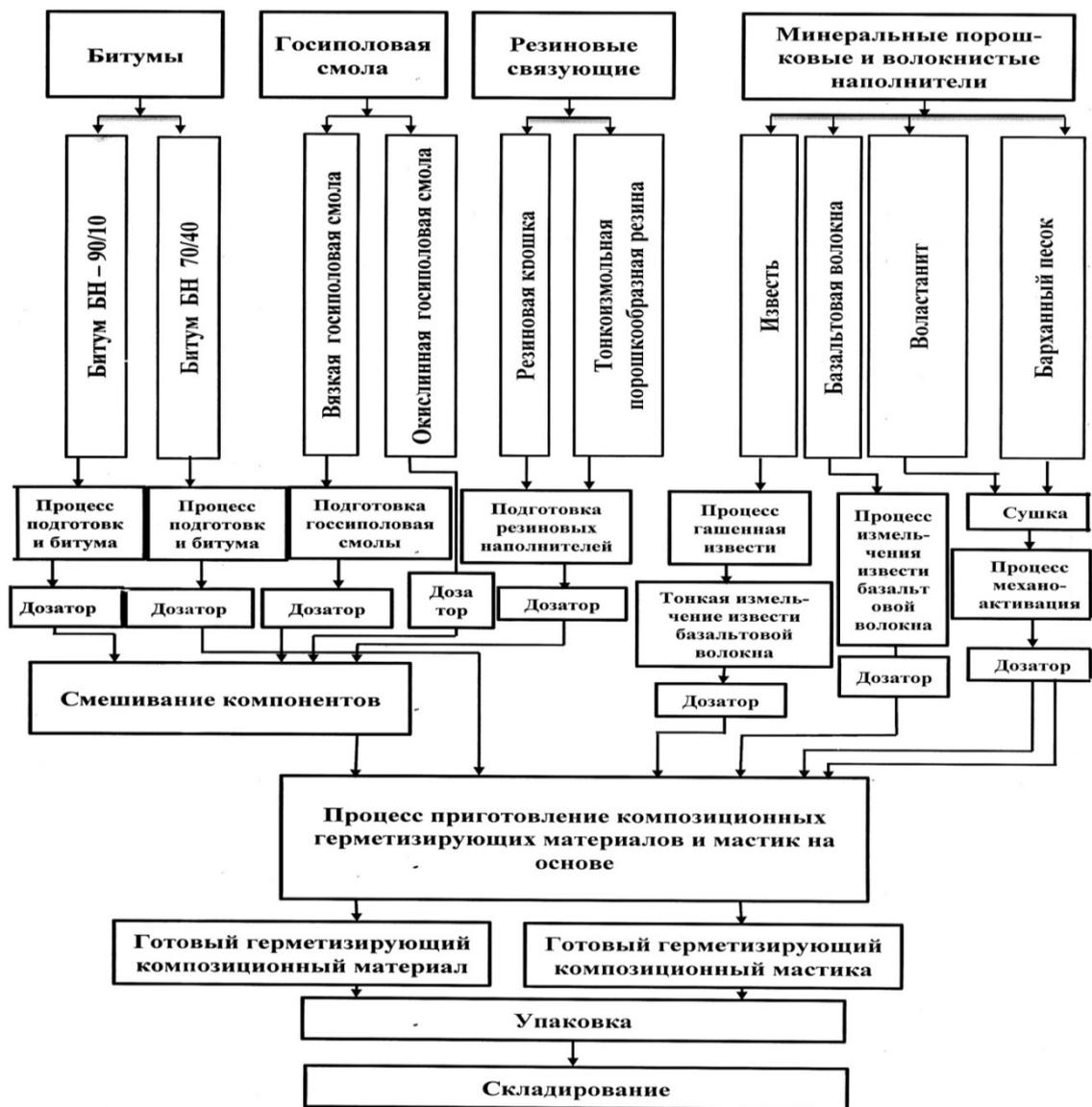


Рис. 13

ВВЕДЕНИЕ

«Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана» в этой книге Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов указывает на необходимость дальнейшего ускорения разработок по созданию современных технологий. Это полностью относится и разработки и оптимизации технологии композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств, в том числе и герметизирующих композиционных мастик, применяемых для заполнения деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных дорог.

В этом аспекте разработка эффективной технологии получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе вносит свой вклад в преодоление мирового финансово-экономического кризиса в условиях Узбекистана.

Большое государственное, стратегическое и экономическое значение имеет техническое состояние транспортной сети, особенно главенствующие положение имеет автомобильные дороги, мосты и аэродромы, по которым перевозится 90% народнохозяйственных грузов и 98% пассажиров от всего объема перевозок, осуществляемых всеми видами транспорта. Существующие дороги недостаточно долговечности и быстро выходит из строя, особенно в условиях высокогорья.

При обеспечении сохранности и повышения долговечности бетонных, железобетонных и асфальтобетонных покрытий дорог, мостов и аэродромов в условиях жаркого климата и высокогорья особую роль играет герметизации деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных дорог и аэродромов герметизирующими композиционными материалами. Однако, также необходимо отметить, такие как импортные битумные н

композиционные мастики дорогие, отечественные не достаточно долговечны и быстро изнашиваются или отслаиваются от бетонных или асфальтобетонных поверхностей дорог, как импортные так и отечественные битумные и композиционные мастики имеют низкие физико-механические и эксплуатационные свойства, а также недостаточно теплостойкие.

Разработка получения эффективных герметизирующих композиционных материалов и соответственно мастик на основе местного сырья и отходов производств, с высокими физико-механическими и гидроизоляционными свойствами, долговечностью и работоспособностью в экстремальных условиях является способом решения этих задач.

В связи с этим, разработка технологических процессов получения эффективных герметизирующих композиционных материалов на основе органоминеральных сырьевых ресурсов и отходов производства, применяемых для заполнения деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных покрытий дорог является актуальной проблемой.

Понятие системного анализа имеет большую историю. Вначале технологический объект рассматривался как одинарная система, в последующем появилось определение макрокинетики и микрокинетики процесса в выбранной системе. Далее исследователями было предложено множество способов и методов системного анализа. Они направлены на комплексное исследование системы, отображая ее, и происходящие в ней процессы в мысленных, физических, математических или компьютерных моделях.

С одной стороны системный анализ способствует выбору, и принятию правильных решений, если имеется выборка, т.е. множество предложений по принятию решения [11]. С другой стороны желание рассмотреть одновременно всех процессов, и анализировать все варианты привело к сложным ситуациям.

В данной работе был проведен многоступенчатый системный анализ который заключается в следующем:

1. Исследуемый объект (аппарат, или элемент аппарата, или линия, состоящая из нескольких аппаратов, или завод и т.д.) принимается за основную технологическую систему (первый иерархический уровень). В основной системе протекает совокупный процесс. Изучая систему, и происходящего в ней процесса, определяются входные и выходные параметры. Определение взаимосвязи выходных от входных параметров позволяет провести более правильный анализ и принимать решения. Однако решения принятие на ограниченно выбранном уровне исследований без продвижения вглубь или в вверх системы порой являются недостаточно эффективными. Можно идти вверх или вниз в глубину системы. Рассмотрим случай движения в глубину системы, тогда.

2. Основная система расчленяется на элементы. Каждый ее элемент называется системой второго иерархического уровня. В каждом элементе системы второго иерархического уровня рассматривается конкретный процесс и определяется параметры системы. Нами был осуществлен развитие определения значимости каждой подсистемы в общем фоне на основе статических и динамических коэффициентов [9]

3. Система второго иерархического уровня также расчленяется на составляющие элементы. Каждый элемент системы второго уровня называется системой третьего иерархического уровня. В каждом элементе системы третьего иерархического уровня протекают конкретные свои процессы, определяющие параметры системы данного иерархического уровня.

4. Так далее разделение на подсистемы продолжается до возможного глубинного уровня.

Объект исследования

Принципиальная схема универсальной линии производства многофазных герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе, работающих на основе местного сырья и отходов производств представлена на рис. 1.

Технологическая линия получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик включает в себя комплект оборудования и состоит из следующих элементов: 1,2,3,4,5,6 емкости с рубашкой и приводом; 7,8,9,10,11,12,53,55,57-вентили; 13,14,15,16,17,18,44,45,46,47,48,49-дозаторы; 19,20,21,22,23,24-емкости для сыпучих материалов; 25,26,27,28,36,37-задвижки; 38,39-измельчители; 29,30,31-сушилки; 34,35,40,41-вибросита; 32,33-механоактиваторы; 42,43-бункер со шнеком; 50-51-двухшнековый смеситель; 52-реактор для получения герметизирующих материалов и мастик; 54,56-приемные емкости готовой продукции; 58,59-упаковочная линия; 60-склад; 61,62-краны переключения.

Как видно из схемы в первую очередь рассматривается технологическая стадия процесс подготовки битумов и госсиполовой смолы, затем подготовка других ингредиентов: тонкоизмельченной резины и базальтового волокна, механоактивированный волластонит барханные пески, а также их подачи в смеситель для получения герметизирующих композиционных материалов и мастик на их основе.

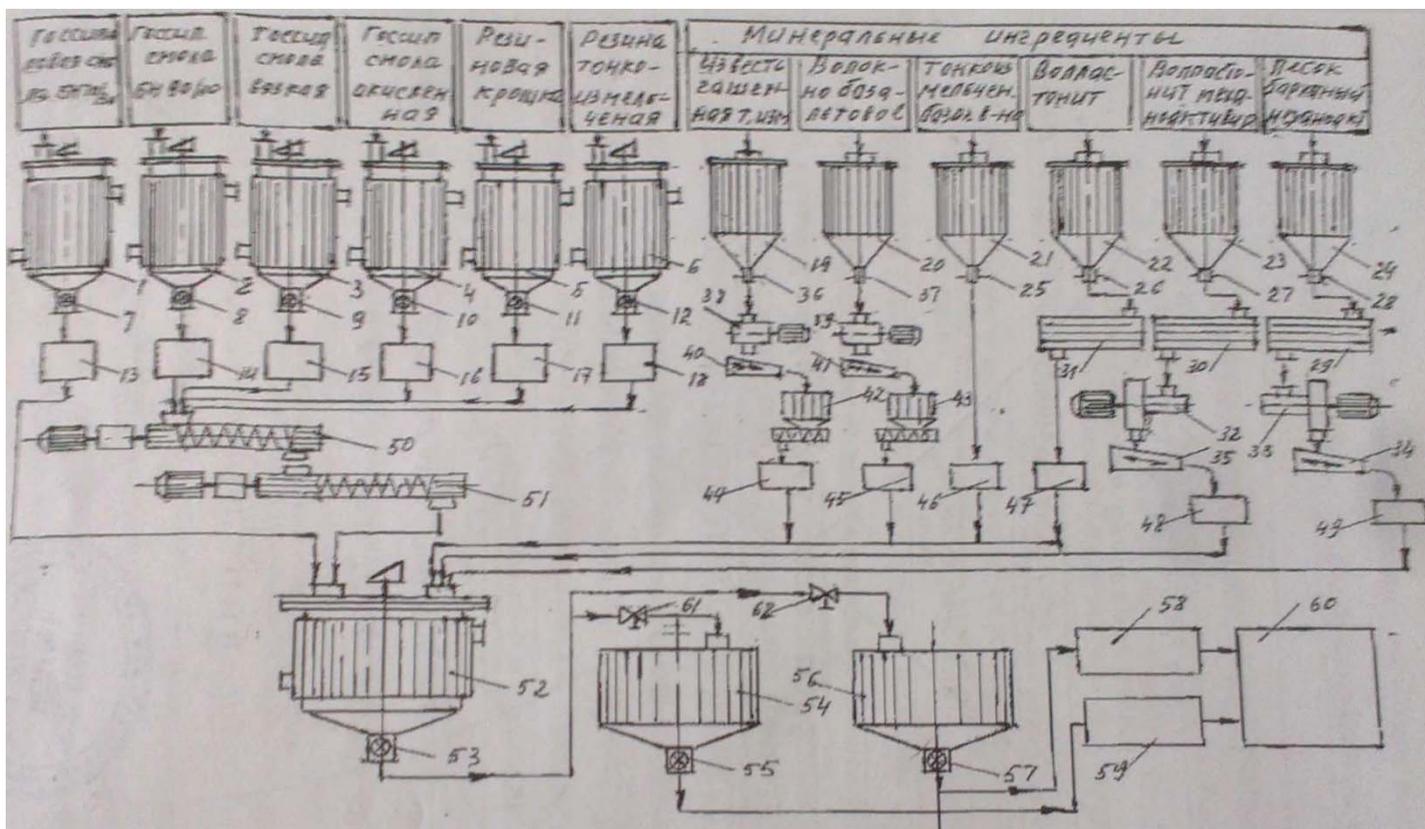


Рис 1. Технологическая линия получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик

1,2,3,4,5,6 - Емкости с рубашкой и приводом; 7,8,9,10,11,12,53,55,57-вентили; 13,14,15,16,17,18,44,45,46,47,48,49-дозаторы; 19,20,21,22,23,24-емкости для

сыпучих материалов; 25,26,27,28,36,37-задвижки; 38,39- измельчители; 29,30,31-сушилки; 34,35,40,41-вибросита; 32,33-механоактиваторы; 42,43-бункер со шнеком; 50-51-двухшнековый смеситель; 52-реактор для получения герметизирующих материалов и мастик; 54,56-приемные емкости готовой продукции; 58,59-упаковочная линия; 60-склад; 61,62-краны переключения

Системный анализ получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов – мастик

Производство герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик организовано на основе следующего местного сырья и отходов производств: битум БН70/40, БН90/10, вязкой госсиполовой смолы, окисленной госсиполовой смолы, резиновой крошки, тонкоизмельченной резины, гашеной извести, волокно базальтовое, тонкоизмельченное волокно базальтовое, волластонит, механоактивированный волластонит, механоактивированный барханный песок.

Технологическая линия состоит из множества объектов. Для начала необходимо определить входные и выходные параметры.

К входным параметрам относятся:

1. Расход битума БН70/40, БН90/10;
2. Температура битума БН70/40, БН90/10;
3. Расход пара, подаваемого в рубашку с битумной емкостью;
4. Расход вязкой госсиполовой смолы;

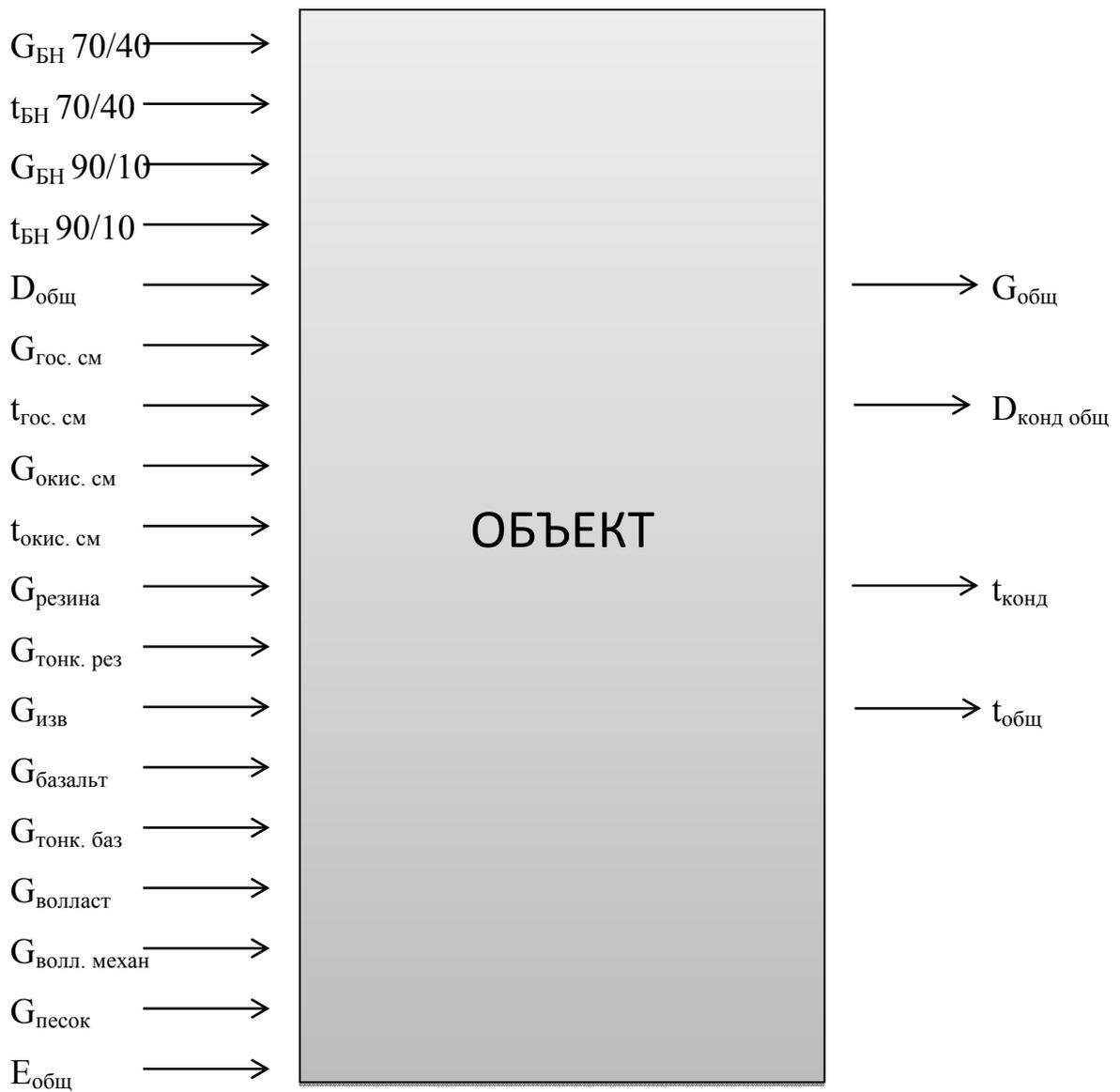
5. Температура вязкой госсиполовой смолы;
6. Расход пара, подаваемого в рубашку емкости с госсиполовой смолой;
7. Расходокисленной госсиполовой смолы;
8. Температура окисленной госсиполовой смолы;
9. Расход пара, подаваемого в рубашку емкости с окисленной госсиполовой смолой;
10. Расход резиновой крошки;
11. Расход тонкоизмельченной резины;
12. Расход гашенной извести;
13. Расход базальтового волокна;
14. Расход тонкоизмельченного базальтового волокна;
15. Расход волластонита;
16. Расход механоактивированного волластонита;
17. Расход механоактивированного барханного песка;
18. Энергия необходимая для процесса.

К выходным параметрам относятся:

1. Общий расход материалов, входящих в реактор;
2. Общий расход конденсата;
3. Температура конденсата;
4. Температура материалов в реакторе;

Представим весь технологический процесс как единое целое со множеством входных и выходных параметров, учитывая общее количество пара, подаваемого в рубашки и общее количество энергии.

Для наглядности представим на рисунке:



В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик на их основе в объект загружаются минеральные наполнители: тонкоизмельченная гашеная известь, тонкоизмельченное (или обычное) базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный (или обычный) волластонит и механоактивированный барханный песок. Все эти материалы поступают в систему, в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в объекте в течении 1 часа, в него загружаются из смесителя раствор резиновой крошки с битумки, перемешанный с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной резины.

Для более глубокого изучения технологического процесса, рассмотрим каждый аппарат по отдельности.

Рассмотрим емкость, в которую поступает битум марки БН-70/30:



Битум марки БН-70/30 поступает в емкость, снабженную системой обогрева паром. Температура в емкости поддерживается в пределах 110-120°C. К входным параметрам также относится температура битума, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара.

На выходе битум с определенным расходом и температурой поступает в реактор. К выходным параметрам относится расход и температура конденсата.

Рассмотрим емкость, в которую поступает битум марки БН-90/10:



Битум марки БН-90/10 поступает в виде рулона, обернутого в крафт бумагу. Сначала он освобождается от бумаги и измельчается до небольших размеров. Затем загружается в емкость снабженной регулируемым паровым обогревом реактор, позволяющий поддерживать температуру в пределах 110-180°C. К входным параметрам также относится температура битума, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара. На выходе битум с определенным расходом и температурой поступает в смеситель а затем в реактор. К выходным параметрам также относится расход и температура конденсата.

Рассмотрим емкость, в которую поступает вязкая госсиполовая смола:



$P_{\text{пар}}$ —————>

Вязкая госсиполовая смола в цех поступает по трубопроводу и загружается в емкость, в которой происходит перемешивание и подогрев до температуры 60-80°C. К входным параметрам также относится температура смолы, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара. На выходе смола с определенным расходом и температурой поступает в смеситель а затем в реактор. К выходным параметрам также относится расход и температура конденсата.

Рассмотрим емкость, в которую поступает окисленная госсиполовая смола:



Подготовка окисленной госсиполовой смолы происходит в емкости. Процесс окисления смолы осуществляется путем ее продувки горячим воздухом в течении 30-40 мин при температуре 80-100°C и активном перемешивании. К входным параметрам также относится температура смолы, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара. На выходе смола с определенным расходом и температурой поступает в смеситель а затем в реактор. К выходным параметрам также относится расход и температура конденсата.

Рассмотрим емкость, в которую поступает резиновая крошка:



Резиновая крошка, получаемая на заготовительном участке путем дробления резиновых отходов, подается в емкость, из которой поступает в дозированном виде на смеситель.

Рассмотрим емкость, в которую поступает тонкоизмельченная резина:



В зависимости от физико – технических параметров герметизирующих композиционных материалов в смеситель поступает тонкоизмельченная резина, полученная на заготовительном участке и поданная в емкость, а затем поступает а дозированном виде в смеситель для перемешивания.

Рассмотрим емкость, в которую поступает гашенная известь:



$t_{\text{известь}}$ —————> $t_{\text{известь}}$

Гашенная известь а гранулированном виде засыпается в емкость до полного объема. При открытии задвижки известь попадает в измельчитель и после измельчения просеивается на вибросите и далее идет в бункер с подающим шнеком, а из него в дозатор и затем в реактор.

Рассмотрим емкость, в которую поступают волокна базальтовые:



Волокнистая смесь загружается в емкость до полного объема. При открытии задвижки известь попадает в измельчитель и после измельчения просеивается на вибросите и далее идет в бункер с подающим шнеком, а из него в дозатор и затем в реактор.

Рассмотрим емкость, в которую поступают тонкоизмельченные базальтовые волокна:



Тонкоизмельченные базальтовые волокна подготовленные заранее поступают в емкость и пройдя дозатор поступают в реактор.

Рассмотрим емкость, в которую поступает волластонит среднего помола:



Волластонит среднего помола загружается в емкость и при открывании задвижки поступает на сушку и после сушки попадает в дозатор а затем в реактор.

Рассмотрим емкость, в которую поступает волластонит механоактивированный:



Волластонит механоактивированный получается из следующих операций: волластонит среднего помола загружается в емкость до полного

объема и при открытии задвижки поступает в камеру сушки. После сушки волластонит поступает в измельчитель тонкого помола, просеивается на вибросите, далее поступает в дозатор и затем в реактор.

Рассмотрим емкость, в которую поступает песок барханный механоактивированный:



Песок барханный механоактивированный получается из следующих операций: барханный песок загружается в емкость до полного объема и при открытии задвижки поступает на сушку в сушильную камеру. После сушки волластонит поступает в измельчитель-механоактиватор для тонкого помола, просеивается на вибросите, далее поступает в дозатор и затем в реактор.

Все материалы до поступления в реактор подвергаются измельчению или сушке. После этих процедур материалы поступают в дозатор, для отбора определенного количества материала в реактор.

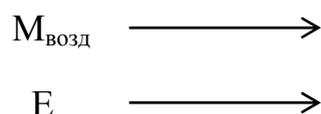
Рассмотрим объект дозатор с точки зрения входных и выходных параметров



Рассмотрим дозатор, в который поступает битум марки БН-70/30. В дозатор поступает материал, в количестве необходимом для поступления в реактор. Вместе с расходом материала, входным является энергия. Здесь расход входящего материала равен расходу выходящего. В системе используется **12** дозаторов, все они работают по аналогичному принципу.

Рассмотрим сушильную камеру с точки зрения входных и выходных параметров





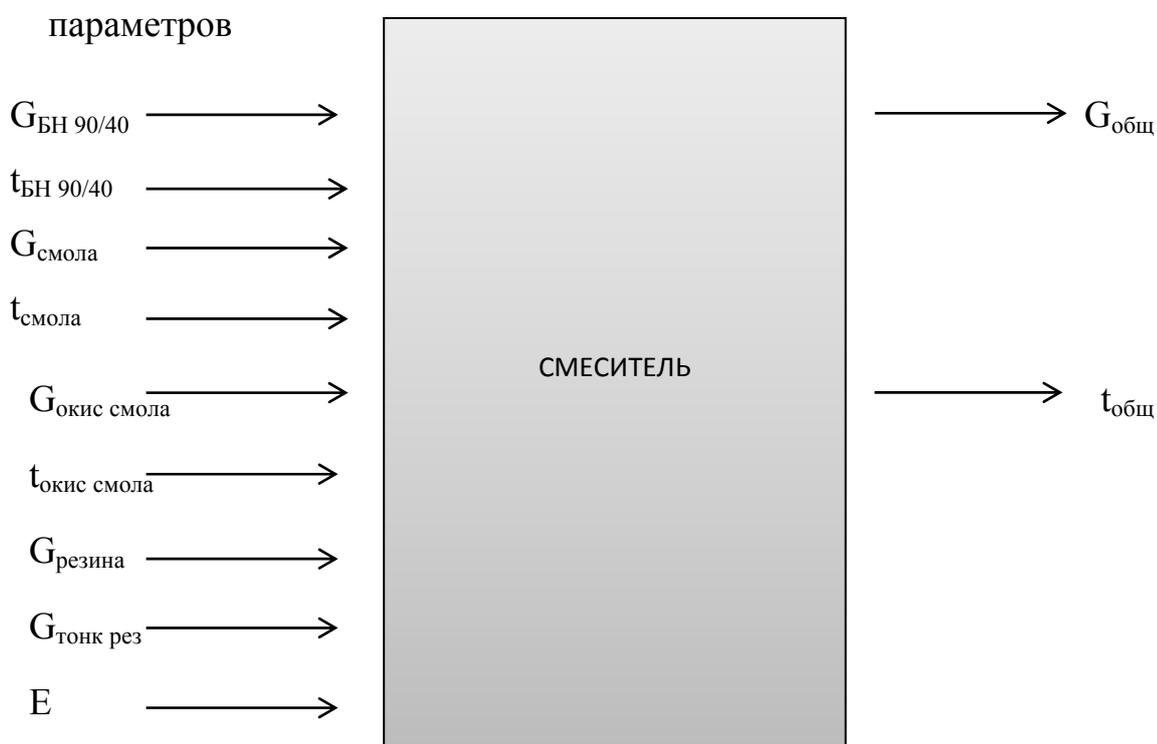
Рассмотрим сушильную камеру, в которую поступает волластонит. Входными параметрами являются: расход материала; температура материала; расход воздуха; энтальпия воздуха; давление воздуха; влажность материала; влажность воздуха; энергия. Материал поступает в сушильную камеру, где сушится при помощи СВЧ и воздуха. После этого выходит влажный воздух с расходом и температурой, также выходными параметрами являются расход материала, температура и влажность материала. Процессу сушки подвергается также механоактивированный волластонит и барханный песок. Всего в системе 3 сушильные камеры и все они работают аналогично.

Рассмотрим измельчитель с точки зрения входных и выходных параметров



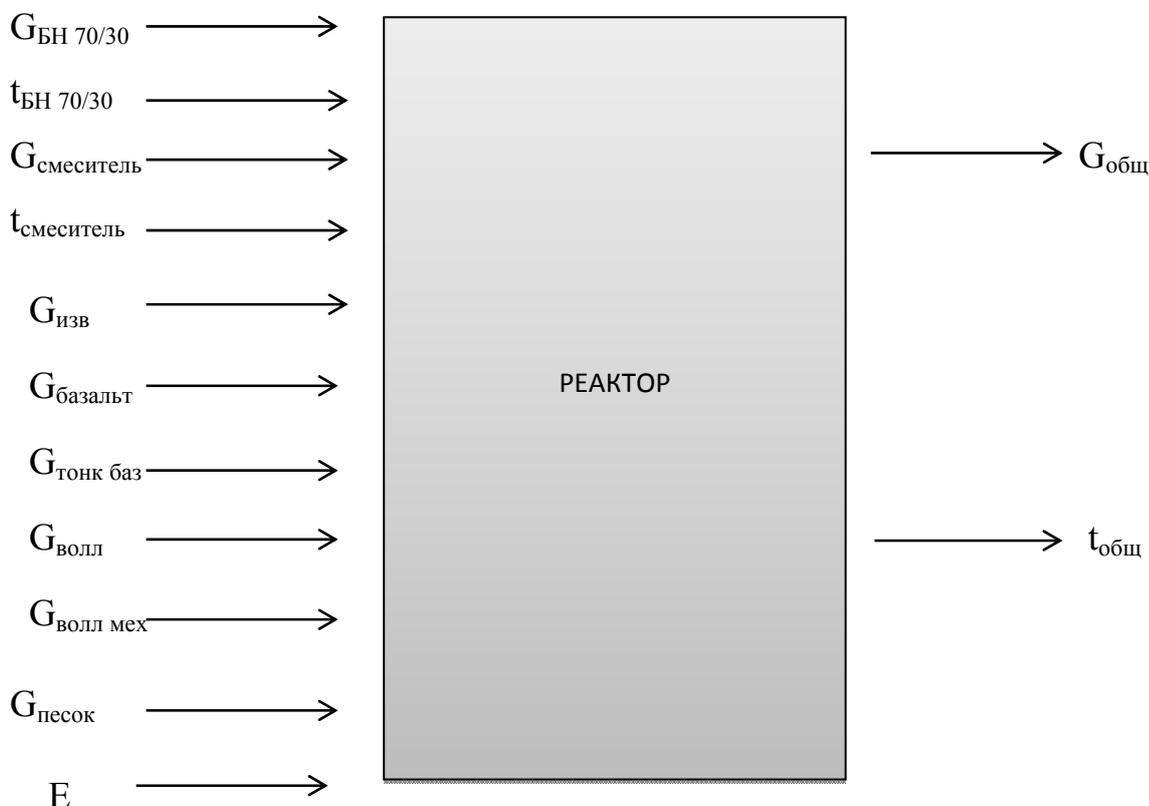
Рассмотрим измельчитель в который поступает гашенная известь. Материал поступает в измельчитель с определенным расходом и концентрацией, где измельчаясь, выходит с таким же расходом, но с другой концентрацией. Также процессу измельчения подвергается базальтовое волокно оно работает по аналогичному принципу.

Рассмотрим шнековый смеситель с точки зрения входных и выходных



В шнековый смеситель поступает 5 материалов: битум марки БН 90/40; госсиполовая вязкая смола; госсиполовая окисленная смола; резиновая крошка; тонкоизмельченная резина. Все материалы поступают с разной температурой и расходом. Смешиваясь между собой, до получения однородной массы выходным параметром является общий расход и общая температура получившейся массы.

Рассмотрим реактор с точки зрения входных и выходных параметров



В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик на их основе в реактор загружаются минеральные наполнители: гашеная известь, тонкоизмельченное базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный волластонит и барханный песок. Все эти материалы поступают в реактор, в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в объекте в течении 1 часа, в него загружаются из смесителя раствор резиновой крошки с битумом, перемешанный с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной резины.

После загрузки указанных компонентов процесс перемешивания в реакторе проводится в течение 1^{го} часа при температуре 130-140⁰С.

Выводы:

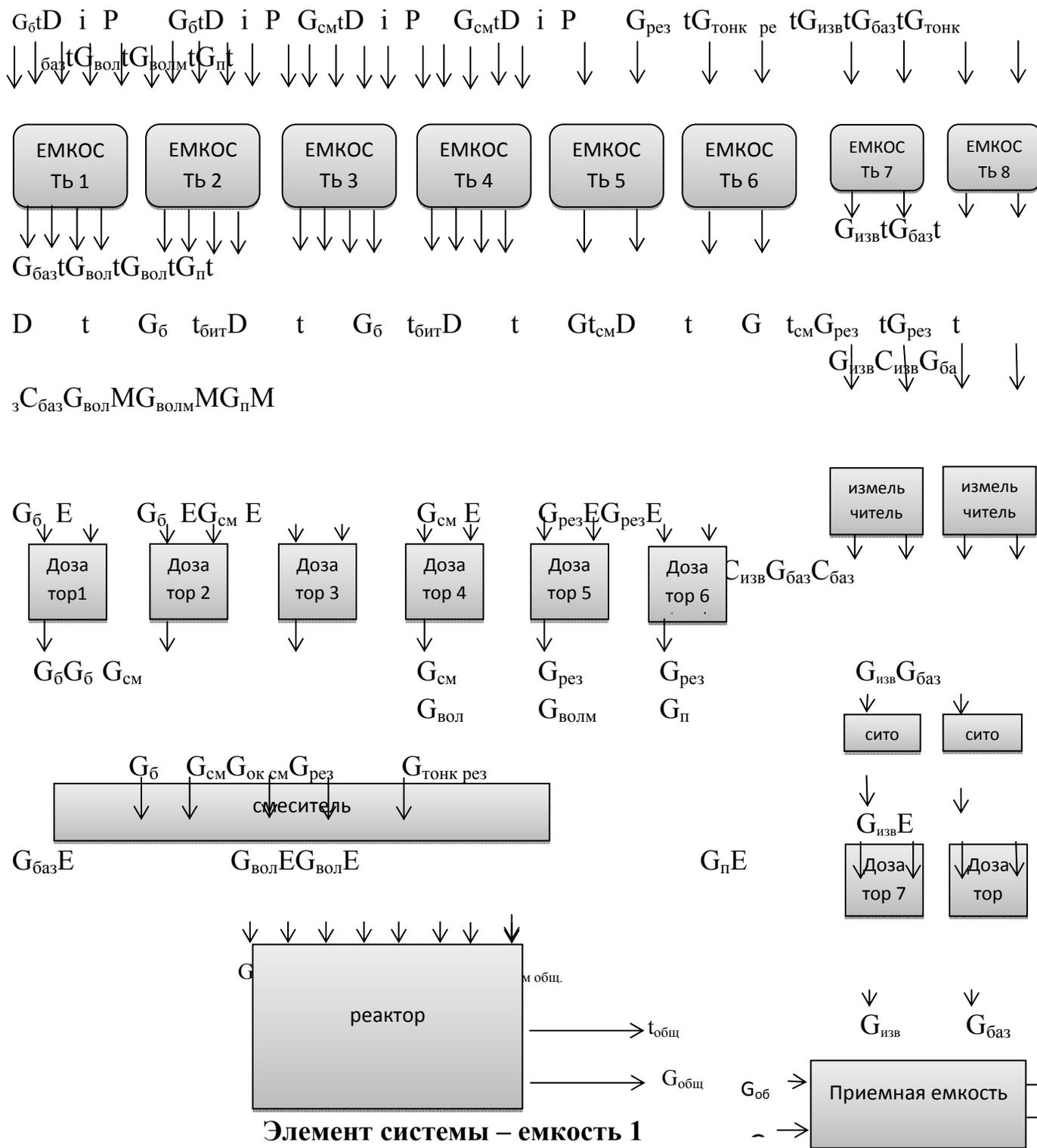
1. Изучен объект, рассмотрены вопросы системного анализа
2. Определены входные и выходные параметры каждого аппарата.
3. Изучив каждый объект, можно построить математическую и компьютерную модель, что позволит найти оптимальные решения.

Параметрический анализ получения герметизирующих композиционных битумных материалов – мастик

На основе системного анализа осуществлен параметрический системный анализ системы получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов мастик.

Такой параметрический системный анализ позволяет рассмотреть и анализировать внутренние взаимосвязи системы. Переходим к описанию представления каждого элемента общей системы.

Параметрическая увязка всех элементов



Битум марки БН-70/30 поступает в емкость 1, снабженную системой обогрева паром. Температура в емкости поддерживается в пределах 110-120°C. К входным параметрам также относится температура битума, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление

пара. На выходе битум с определенным расходом и температурой поступает сразу в реактор. К выходным параметрам относится расход и температура конденсата.

Элемент системы – емкость 2

Битум марки БН-90/40 поступает в емкость 2, снабженную системой обогрева паром. Температура в емкости поддерживается в пределах 110-180°C. К входным параметрам также относится температура битума, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара. После этого битум идет на дозатор 2 и затем определенное количество битума идет в смеситель, где он перемешивается с другими материалами. К выходным параметрам относится расход и температура конденсата.

Элемент системы – емкость 3

Вязкая госсиполовая смола в цех поступает по трубопроводу и загружается в емкость 3, в которой происходит перемешивание и подогрев до температуры 60-80°C. К входным параметрам также относится температура смолы, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и давление пара. На выходе смола с определенным расходом и температурой поступает в дозатор 3, далее в смеситель, а затем в реактор. К выходным параметрам также относится расход и температура конденсата.

Элемент системы – емкость 4

Подготовка окисленной госсиполовой смолы происходит в емкости 4. Процесс окисления смолы осуществляется путем ее продувки горячим воздухом в течении 30-40 мин при температуре 80-100°C и активном перемешивании. К входным параметрам также относится температура смолы, количество пара необходимое для обогрева, энтальпия пара и

давление пара. На выходе смола с определенным расходом и температурой поступает в дозатор 4, далее в смеситель, а затем в реактор. К выходным параметрам также относится расход и температура конденсата.

Элемент системы – емкость 5

Резиновая крошка, получаемая на заготовительном участке путем дробления резиновых отходов, подается в емкость 5, из которой поступает в дозатор 5 и в дозированном виде на смеситель и затем в реактор.

Элемент системы – емкость 6

В зависимости от физико – технических параметров герметизирующих композиционных материалов в смеситель поступает тонкоизмельченная резина, полученная на заготовительном участке и поданная в емкость 6, а затем поступает в дозатор 6, а в дозированном виде в смеситель для перемешивания и далее в реактор.

Элемент системы – емкость 7

Гашенная известь а гранулированном виде засыпается в емкость 7 до полного объема. При открытии задвижки известь попадает в измельчитель с определенным расходом и концентрацией, где измельчаясь, выходит с таким же расходом, но с другой концентрацией, также процессу измельчения подвергается базальтовое волокно оно работает по аналогичному принципу, после измельчения просеивается на вибросите и далее идет в бункер с подающим шнеком, а из него в дозатор 7 и затем в реактор.

Элемент системы – емкость 8

Волокнистая смесь загружается в емкость до полного объема. При открытии задвижки известь попадает в измельчитель и после измельчения просеивается на вибросите и далее идет в бункер с подающим шнеком, а из него в дозатор и затем в реактор.

Элемент системы – емкость 9

Тонкоизмельченные базальтовые волокна подготовленные заранее поступают в емкость 9 и пройдя дозатор 9 поступают в реактор.

Элемент системы – емкость 10

Волластонит среднего помола загружается в емкость 10 и при открывании задвижки поступает на сушку, где сушится при помощи СВЧ и воздуха. После этого выходит влажный воздух с расходом и температурой, также выходными параметрами являются расход материала, температура и влажность материала. и после сушки попадает в дозатор 10 а затем в реактор.

Процессу сушки подвергается также механоактивированный волластонит и барханный песок. Всего в системе 3 сушильные камеры и все они работают аналогично.

Элемент системы – емкость 11

Волластонит механоактивированный получается из следующих операций: волластонит среднего помола загружается в емкость 11 до полного объема и при открытии задвижки поступает в камеру сушки. После сушки волластонит поступает в измельчитель тонкого помола, просеивается на вибросите, далее поступает в дозатор 11 и затем в реактор.

Элемент системы – емкость 12

Песок барханный механоактивированный получается из следующих операций: барханный песок загружается в емкость 12 до полного объема и при открытии задвижки поступает на сушку в сушильную камеру. После сушки волластонит поступает в измельчитель-механоактиватор для тонкого помола, просеивается на вибросите, далее поступает в дозатор 12

и затем в реактор.

Элемент системы – шнековый смеситель

В шнековый смеситель поступает 5 материалов: битум марки БН 90/40; госсиполовая вязкая смола; госсиполовая окисленная смола; резиновая крошка; тонкоизмельченная резина. Все материалы поступают с разной температурой и расходом. Смешиваясь между собой, до получения однородной массы, выходным параметром является общий расход и общая температура получившейся массы.

Элемент системы – реактор

В соответствии с технологическим процессом получения герметизирующих гидроизоляционных композиционных материалов и мастик на их основе в реактор загружаются минеральные наполнители: гашеная известь, тонкоизмельченное базальтовое волокно, тонкоизмельченный механоактивированный волластонит и барханный песок. Все эти материалы поступают в реактор, в дозированном виде.

После перемешивания наполнителей в объекте в течении 1 часа, в него загружаются из смесителя раствор резиновой крошки с битумом, перемешанный с вязкотекучей госсиполовой смолой, а также битум, смешанный с окисленной госсиполовой смолой и тонкоизмельченной резины.

После загрузки указанных компонентов процесс перемешивания в реакторе проводится в течение 1^{го} часа при температуре 130-140⁰С.

После того, как все материалы перемешаются в реакторе, готовый герметизирующий композиционный материал в зависимости от заданных качественных характеристик и назначения подается в приемные емкости.

Проведенный параметрический системный анализ позволяет глубже анализировать и находить оптимальные решения общей системы получения созданных герметизирующих композиционных битумных материалов мастик.

Это может происходить в следующей последовательности:

1. Мысленно – интуитивно. Исследователь на основе параметрического системного анализа мысленно интуитивно может принимать предварительные решения.
2. Анализ улучшается на основе составления математических моделей, статического состояния системы. Такой облегченный вариант моделирования позволяет получить более достоверные решения.
3. Формализация математической и компьютерной моделей позволяют получить более оптимальные решения.