

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ  
И ПОЛИМЕРОВ

Ондашева Айгерім Арманқызы

ПРОЕКТ УСТАНОВКИ ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ МАЗУТА

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

по образовательной программе 5В072100 – Химическая технология  
органических веществ

Алматы 2019

СЭТБАЕВ  
УНИВЕРСИТЕТИ



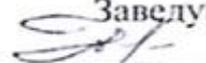
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ И  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПОЛИМЕРОВ

«Допущена к защите»

Заведующий кафедрой

 Г.Ж.Елигбаева

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «ПРОЕКТ УСТАНОВКИ ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ МАЗУТА»

по образовательной программе 5В072100 – Химическая технология  
органических веществ

Выполнил выпускник



Ондашева А.А.

Научный руководитель, д.х.н.,  
ассоц.профессор



Селенова Б.С.

Алматы 2019

## РЕФЕРАТ

Жоба 43 беттен, 6 суреттен, 18 кестеден, 22 әдеби деректерден тұрады.

*Кілт сөздер:* ректификация, мазут, газойль, дистиллят, вакуумдатқыш жүйе, фракциялық құрам, конденсация, сепаратор.

*Зерттеу немесе әзірлеу объектілері:* Мартышин кен орнының мұнай мазуты және вакуумдық фракциялар.

*Жұмыс мақсаты:* жақсартылған сипаттамалары бар мазутты вакуумдық айдау қондырғысын жобалау және есептеу.

*Жұмыстарды жүргізудің әдістері мен әдіснамасы:* әдеби көздер мен патенттерді талдау және оның негізінде фракцияның бөлінуінің анықтығын арттыратын контактілі құрылғыларды таңдау. Сызба үшін AutoCad бағдарламасы қолданылды. Процесінде пайдаланылатын бағдарламалық микропроцессорный контроллер Siemens фирмасының Simatic S7-200.

*Жұмыс нәтижелері және олардың жаңалығы:* ұсынылған жұмыста вакуумдық колоннаның технологиялық және конструкциялық есептері жүргізілді. Экономикалық есептеулер арқылы өнімнің өзіндік құны, процестің рентабельділігі анықталды. Сондай-ақ, жобаланатын қондырғыда қауіпсіз жұмысты ұйымдастыру қарастырылған.

Есептеу негізіне төмен гидравликалық соприотивпен қондырмалы құрылғы және аз энергия шығыны бар вакуумсордаушы жүйе алынды.

## РЕФЕРАТ

Проект содержит 43 страниц, 6 рисунков, 18 таблиц и 22 источников.

*Ключевые слова:* ректификация, мазут, газоиль, дистиллят, вакуумсоздающая система, фракционный состав, конденсация, сепаратор.

*Объекты исследования:* мазут нефти Мартышинского месторождения и вакуумные фракции.

*Цель работ:* проектирование установки для вакуумной перегонки мазута с улучшенными характеристиками.

*Методы или методология проведения работ:* анализ литературных источников и патентов и на его основании подобрать контактные устройства, повышающие четкость разделения фракции. Для чертежа использовалась программа AutoCad. В процессе используется программный микропроцессорный контроллер фирмы Siemens Simatic S7-200.

*Результаты работы и их новизна:* в предложенной работе проведены технологические и конструкционные расчеты вакуумной колонны. С помощью экономических расчетов определены себестоимость продукции, рентабельность процесса. Описаны системы контроля и автоматизации технологического процесса вакуумной перегонки мазута, а также рассмотрена организация безопасной работы на проектируемой установке.

На основании расчетов было подобрано насадочное устройство с низким гидравлическим сопротивлением и вакуумсоздающая система с меньшими энергозатратами.

## ESSAY

Project 43 pages, 6 figures, 18 tables and 22 sources.

*Keyword:* distillation, fuel oil, gas oil, distillate, vakuun system, fractional composition, a condensation separator.

*Objects of research:* oil Martyschenko field and vacuum distillates.

*Purpose of work:* design and calculation of the installation of vacuum distillation of fuel oil with improved characteristics.

*Methods or methodology of work:* the analysis of the literature and of patents and its grounds to a contact device that enhances the clarity of the faction. Autocad was used for the drawing. The software microprocessor controller of Siemens Simatic S7-200 is used in the process.

*The results of the work and their novelty:* in the proposed work carried out technological and structural calculations of the vacuum column. With the help of economic calculations determined the cost of production, the profitability of the process. The systems of control and automation of technological process of vacuum distillation of fuel oil are described, and also the organization of safe work on the designed installation is considered.

On the basis of the calculations was chosen Packed the device with low pressure soprativleniya and vakuumnaya system with less power.

## Содержание

Введение .....	7
1 Литературный обзор .....	8
2 Технологическая часть .....	15
2.1 Характеристика сырья и производимой продукции.....	15
2.2 Описание технологической схемы .....	17
2.3 Расчет материального баланса .....	18
2.4 Расчет теплового баланса .....	19
2.5 Расчет диаметра колонны .....	23
2.6 Расчет высоты колонны .....	24
3 Раздел автоматизации .....	26
3.1 Приборы для измерения температуры .....	27
3.2 Приборы для измерения давления .....	28
3.3 Приборы для измерения уровня .....	29
4 Раздел безопасности жизнедеятельности и охраны труда .....	30
5 Экономическая часть .....	32
5.1 Расчет капитальных затрат .....	32
5.2 Расчет численности основных производственных рабочих .....	32
5.3 Калькулирование себестоимости продукции .....	36
5.4 Расчет основных технико-экономических показателей .....	38
Заключение .....	41
Список использованных источников .....	42

## Введение

В связи с увеличением количества добычи и переработки тяжелых нефтей, возрастает актуальность усиления производственных мощностей разделения мазута – продукта атмосферной ректификации нефти.

Вакуумные дистилляты используют для производства высокооктанового бензина или дизельного топлива, базовых и смазочных масел и других нефтепродуктов.

Работа установок оценивается двумя показателями: отбором фракций от потенциального содержания их в нефти (глубина извлечения) и качеством получаемых нефтепродуктов. Эти показатели зависят от технологического режима и эффективности работы оборудования.

При модернизации устаревшего оборудования, не отвечающего современным требованиям, стремятся повысить эти два показателя, усовершенствовать технологию процесса с заменой оснащения отдельных ее узлов [1].

В данной работе рассмотрены рекомендации по усовершенствованию работы установок первичной перегонки нефти по данным технической литературы и патентов.

В связи со снижением темпов роста и объемов производства нефти, важнейшей задачей является её рациональное применение, так как она считается невозполнимым природным ресурсом и сырьем для производства, в большом количестве, нефтехимических товаров, горюче-смазочных материалов и др. На нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) в развитых странах (степень) глубина переработки нефти достигает 80-95%. Прирастить уровень переработки вполне вероятно за счет наибольшего извлечения углеводородных фракций при первичной перегонке нефти, подбора наиболее четкого фракционного состава получаемых продуктов (бензиновая, керосиновая и дизельная фракции)[2].

## 1 Литературный обзор

Ведущее назначение установки вакуумной перегонки мазута топливного профиля – получение вакуумного газойля широкого фракционного состава (350 – 500°C), применяемого как сырье установок каталитического крекинга, гидрокрекинга или же пиролиза и в некоторых случаях – термического крекинга с получением дистиллятного крекинг-остатка, направляемого далее на коксование с целью получения высококачественных нефтяных коксов [1].

Повышение отбора и качества вакуумных дистиллятов, понижение капитальных и эксплуатационных затрат на процесс вакуумной перегонки мазута представляет основное направление развития вакуумных блоков установок ЭЛОУ - АВТ казахстанских и зарубежных НПЗ. Главные направления совершенствования вакуумной установки:

- использование (регенерация) тепла отходящих струй с установки;
- разработка и внедрение высокоэффективных контактных устройств вакуумных колонн, обладающих высочайшей массообменной и теплообменной эффективностью и меньшим гидравлическим сопротивлением;
- разработка и внедрение высокоэффективных вакуумсоздающих систем (ВСС), обладающих невысокими капитальными и эксплуатационными затратами.

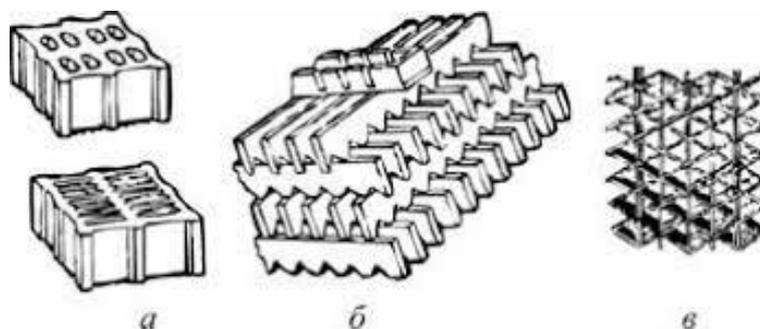
Первые два направления пошли достаточно глубокие проработку и развитие. Вакуумные блоки множества установок ЭЛОУ-АВТ подверглись реконструкции с заменой обвязки аппаратов установки, заменой внутренних контактных устройств на больше высокоэффективные, производительные и обладающие меньшим гидравлическим сопротивлением. В результате увеличились отборы и качество получаемых вакуумных дистиллятов, понизилось гидравлическое сопротивление колонны, собственно что разрешило снизить температуру нагрева мазута на выходе из печи, понизить численность образующихся газов разложения. Это разрешило прирастить межремонтный пробег, а также понизить нагрузку на ВСС [2].

Создание контакта между паровой и жидкой фазами является обязательным условием для протекания процесса ректификации. В ректификационных колоннах применяются некоторое количество сотен конструкций контактных устройств, различающихся по областям применения, конструкции и технико-экономическим показателям. Наряду с действенными устройствами (клапанные тарелки и регулярная насадка) на старых установках эксплуатируются колонны, оборудованные морально устаревшими тарелками (желобчатые, провальные).

Регулярные насадки, изготавливаемые из сетки, перфорированного металлического листа, многослойных сеток и т. д., обеспечивают более однородное, по сравнению с традиционными насадками из колец и седел, распределение жидкости и пара (газа) в колоннах. Кроме

того, они обладают исключительно важным достоинством, таким как низкое гидравлическое сопротивление — в пределе до 1-2 мм рт. ст. (130-260 Па) на 1 теоретическую тарелку. По этому показателю они значительно превосходят любой из известных типов тарельчатых контактных устройств. В этой связи в последние годы зарубежом и в нашей стране начаты широкие научно-исследовательские работы по разработке самых действенных и перспективных конструкций регулярных насадок и широкому применению их в крупнотоннажных производствах, в том числе в таких процессах нефтепереработки, как вакуумная и глубоковакуумная перегонка мазутов. На НПЗ ряда развитых капиталистических стран вакуумные колонны установок перегонки нефти в настоящее время оснащены регулярными насадками, что позволяет обеспечить глубокий вакуум в колоннах и существенно увеличить отбор вакуумного газойля и добиться температуры конца кипения до 600°C [3].

Регулярные насадки бывают трех видов: блочная, хордовая, насадка «Спрейпак» (рисунок 1.1).



а) блочная, б) хордовая, в) насадка «Спрейпак»

Рисунок 1.1. Виды регулярных насадок

Насадочные кольца с наружным диаметром свыше 50 мм как правило размещают правильными рядами со смещением в примыкающих рядах. Организованную укладку образуют также специальная блочная, хордовая и сетчатая насадки. Блочная насадка произведено из пластмассовых или же керамических блоков, укладываемых регулярными рядами. Хордовая насадка состоит из поставленных наребро пластин, скрепленных штырями и образующих решетку. Решетки укладывают одна на другую с поворотом на 90° или на 45°. Хордовую насадку изготавливают из графита, пластмасс, металла, а также из дерева, пропитанного специальными растворами. Стандартная регулярная насадка изготавливается из металлических перфорированных листов из коррозионностойкой стали, алюминия или титана, плоских, Z-образных или гофрированных [3].

Плоская насадка может изготавливаться из листов без перфорации, а гофрированная — из тканой проволочной сетки. В таблице 1 приведены характеристики стандартных регулярных насадок.

Таблица 1

## Характеристика стандартных регулярных насадок

Характеристика	Насадка								
	плоскопараллельная			Z-образная			гофрированная		
							исполнение 1	исполнение 2	
Шаг, мм	10	15	20	16	20	26	14	7	14
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	180	125	95	140	110	85	450	200	200
Высота пакета, мм	400	400	400	310	340	400	150	150	150
Плотность орошения, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> · ч)	0,51-120			1,0-120			0,1-10,0	0,25-2,5	
F-фактор, мс <sup>-1</sup> √кг/м <sup>3</sup>	0,54-0,81			0,4-6,0			0,25-2,5	0,5-4,5	
Гидравлическое сопротивление 1 метра высоты насадки, Па/м	1,32-333			4,0-400			20-300	10-600	
Высота, эквивалентная теоретической тарелке, м	0,61-1,6			0,5-1,2			0,175-0,200	0,40-0,75	

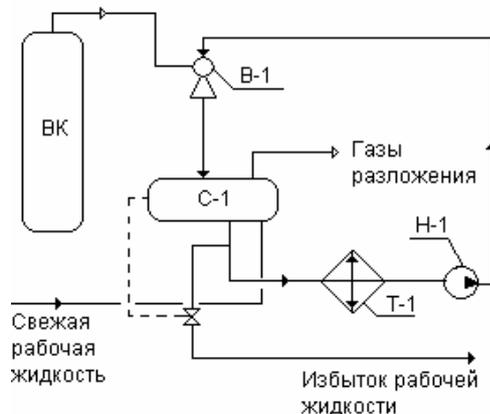
Таким образом, для проектируемого вакуумного блока мы подобрали регулярные насадки плоскопараллельного вида, так как она имеет малый перепад давления, то есть минимальное гидравлическое сопротивление на одну теоретическую тарелку 1,33 – 333 Па или 1–2 мм рт.ст., широкий диапазон устойчивой работы, низкую стоимость, из-за низкого гидравлического сопротивления регулярных насадок в вакуумную колонну можно «вместить» в 3–5 раз больше теоретических тарелок, а это позволяет осуществлять процесс с пониженной температурой нагрева или без подачи водяного пар.

На вакуумных колоннах ряда НПЗ внедрена и успешно эксплуатируется новая высокоэффективная экологически чистая конденсационно-вакуумсоздающая система с использованием жидкостного струйного устройства – вакуумного гидроциркулярного агрегата (ВГЦ).

В ВГЦ-агрегате конденсация паров и охлаждение газов осуществляется не водой, а охлаждающей рабочей жидкостью (газойлевой фракцией из вакуумной колонны или дизельным топливом из К-2 после дополнительного охлаждения), то есть рабочая жидкость – это собственный продукт установки [4].

Для создания вакуума в ВГЦ-агрегате используется энергия рабочей жидкости, подаваемой в струйный аппарат и циркулирующей по замкнутому контуру с помощью насоса. В струйном аппарате (эжекторе) происходит интенсивное сжатие пассивного компонента (паров из вакуумной колонны) за счет смешения его с активным потоком (рабочей жидкостью) высокого давления, а это позволяет увеличить создаваемый вакуум. Одновременно со сжатием парогаса происходит процесс конденсации паров на струе рабочей

жидкости. Сжимающая жидкость и конденсируемые пары должны быть схожи по составу, так как пары могут частично раствориться в ней с дальнейшим выделением их на установке гидроочистки, поэтому технологи заинтересованы в составе отсасываемых газов из вакуумной колонны по содержанию в них нефтяных газов и газов разложения [4]. Схема одной из таких новых вакуумсоздающих систем показана на рисунке 1.2.



ВК – вакуумная колонна; В-1 – струйный аппарат; С-1 – сепаратор;  
Т-1 – теплообменник; Н-1 – насос.

Рисунок 1.2. Принципиальная схема новой вакуумсоздающей системы

Газы разложения и пары углеводородов подаются в вакуум создающее устройство. В качестве активного компонента используется рабочая жидкость, нагнетаемая насосом. В результате рабочего процесса происходит конденсация паров. Сепаратор служит для отделения несконденсированных газов от рабочей жидкости. Далее рабочая жидкость подается в теплообменник для охлаждения до заданной температуры водой (может использоваться и воздушный холодильник). После – снова направляется на вход насоса Н-1 для создания необходимого давления. Избыток рабочей жидкости выводится из системы. Для подпитки или ее обновления предусмотрена система подачи свежей [5].

О четкости разделения мазута обычно судят по фракционному составу и цвету вакуумного газойля. Последний показатель косвенно характеризует содержание смолисто-асфальтеновых веществ, то есть коксуемость и содержание металлов. Металлы, особенно никель и ванадий, оказывают отрицательное влияние на активность, селективность и срок службы катализаторов процессов гидрооблагораживания и каталитической переработки газойлей. Поэтому при эксплуатации промышленных установок вакуумной перегонки исключительно важно уменьшить унос жидкости (гудрона) в концентрационную секцию вакуумной колонны в виде брызг, пены, тумана и т.д. В этой связи вакуумные колонны по топливному варианту имеют при небольшом числе тарелок (или невысоком слое насадки) развитую питательную секцию: отбойники из сеток и промывные тарелки,

где организуется рециркуляция затемненного продукта. Для предотвращения попадания металлоорганических соединений в вакуумный газойль иногда вводят в сырье в небольших количествах антипенную присадку типа силоксан [6].

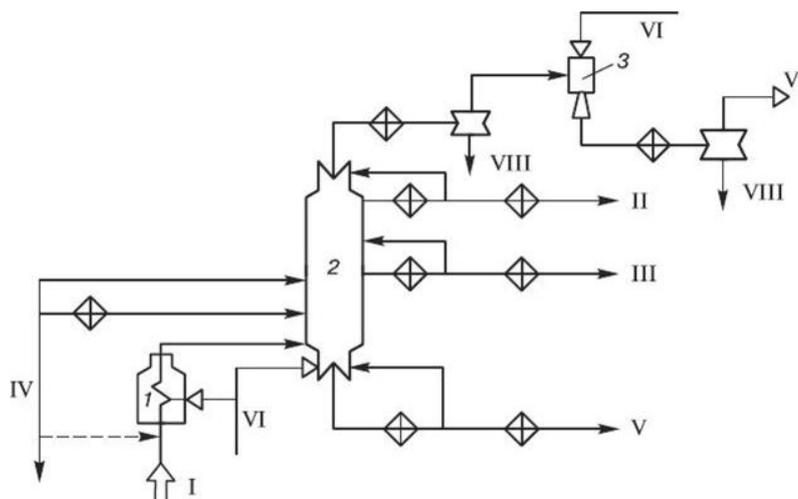
В процессах вакуумной перегонки, помимо проблемы уноса жидкости, усиленное внимание уделяется обеспечению благоприятных условий для максимального отбора целевого продукта без заметного его разложения. Многолетним опытом эксплуатации промышленных установок вакуумной дистилляции установлено, что нагрев мазута в печи выше 420–425°C вызывает интенсивное образование газов разложения, закоксовывание и прогар труб печи, осмоление вакуумного газойля. При этом чем тяжелее нефть, тем более интенсивно идет газообразование и термодеструкция высокомолекулярных соединений сырья. Вследствие этого при нагреве мазута до максимально допустимой температуры уменьшают время его пребывания в печи, устраивая многопоточные змеевики (до четырех), применяют печи двустороннего облучения, в змеевик печи подают водяной пар и уменьшают длину трансферного трубопровода (между печью и вакуумной колонной). Для снижения температуры низа колонны организуют рецикл (квенчинг) частично охлажденного гудрона. С целью снижения давления на участке испарения печи концевые змеевики выполняют из труб большего диаметра и уменьшают Перепад высоты между вводом мазута в колонну и выходом его из печи. В вакуумной колонне применяют ограниченное количество тарелок с низким гидравлическим сопротивлением или насадку; используют вакуумсоздающие системы, обеспечивающие достаточно глубокий вакуум. Количество тарелок в отгонной секции также должно быть ограничено, чтобы обеспечить малое время пребывания нагретого гудрона. С этой целью одновременно уменьшают диаметр куба колонн [6].

Технология перегонки мазута имеет целый ряд принципиальных особенностей, обусловленных природой сырья и требованиями к получаемым продуктам. Мазут как сырье для перегонки обладает следующими характерными свойствами: непрерывный характер выкипания, невысокая термическая стабильность тяжелых фракций, содержание в остатке значительного количества сложных гетерогенных органических малолетучих и практически нелетучих смолисто-асфальтеновых и металлоорганических соединений.

Поэтому целесообразно применять перегонку мазута в вакууме и с водяным паром или с каким-либо другим инертным агентом. Вакуум и водяной пар понижают парциальное давление компонентов смеси и вызывают тем самым кипение жидкости при меньшей температуре. При перегонке в вакууме тепло для испарения жидкости отбирается от самого продукта, благодаря чему температура потока понижается.

В процессах вакуумной перегонки мазута по топливному варианту преимущественно используют схему однократного испарения, применяя одну сложную ректификационную колонну с выводом дистиллятных

фракций через отпарные колонны или без них [7]. При использовании отпарных колонн по высоте основной вакуумной колонны организуют несколько циркуляционных орошений как показано на рисунке 1.3.



*I* – мазут из АТ; *II* – легкий вакуумный газойль; *III* – вакуумный газойль; *IV* – затемненная фракция; *V* – гудрон; *VI* – водяной пар; *VII* – газыразложения; *VIII* –конденсат (вода и нефтепродукт)

Рисунок 1.3. Принципиальная схема блока вакуумной перегонки мазута установки ЭЛОУ-АВТ-6

Мазут, отбираемый с низа атмосферной колонны блока АТ, прокачивается параллельными потоками через печь 2 в вакуумную колонну 1. Смесь нефтяных и водяных паров, газы разложения (и воздух, засасываемый через неплотности) с верха вакуумной колонны поступают в вакуумсоздающую систему. После конденсации и охлаждения в конденсаторе-холодильнике она разделяется в газосепараторе на газовую и жидкую фазы. Газы отсасываются трехступенчатым пароэжекторным вакуумным насосом, а конденсаты поступают в отстойник для отделения нефтепродукта от водного конденсата. Верхним боковым погоном вакуумной колонны отбирают фракцию легкого вакуумного газойля (соляр). Часть его после охлаждения в теплообменниках возвращается на верх колонны в качестве верхнего циркуляционного орошения [7].

Вторым боковым погоном отбирают широкую газойлевую (масляную) фракцию. Часть ее после охлаждения используется как среднее циркуляционное орошение вакуумной колонны. Балансовое количество целевого продукта вакуумного газойля после теплообменников и холодильников выводится с установки и направляется на дальнейшую переработку [8].

С нижней тарелки концентрационной части колонны выводится затемненная фракция, часть которой используется как нижнее циркуляционное орошение, часть – может выводиться с установки или использоваться как рецикл вместе с загрузкой вакуумной печи. С низа

вакуумной колонны отбирается гудрон и после охлаждения направляется на дальнейшую переработку. Часть гудрона после охлаждения в теплообменнике возвращается в низ колонны в качестве квенчинга. В низ вакуумной колонны и змеевик печи подается водяной пар.

Анализ научных исследований показал, что вопросу вакуумной дистилляции мазута посвящено значительное количество работ [9-11]. Так в работе [9] предлагается изобретение, которое может быть использовано в нефтеперерабатывающей промышленности для ректификации нефтяного сырья, в том числе мазута, в стационарных и передвижных установках. Установка для вакуумной перегонки нефтяного сырья включает соотнесенный с источником пониженного давления ректификационный аппарат с магистралями подвода нефтяного сырья, магистралями отвода выделенной жидкой фракции и магистралями отвода остатков аппарата, связанный с накопителем и системой охлаждения – подогрева. Изобретение позволяет оптимизировать конструкцию установки для вакуумной перегонки нефтяного сырья, уменьшить энергозатраты и габариты установки.

Отметим, что для объективного анализа и сравнения схем перегонки мазута необходимо проводить комплексную их оценку по эксплуатационным, капитальным затратам и технологической гибкости – возможности надежной работы установки при изменениях расхода и состава мазута для получения различного ассортимента нефтепродуктов.

Энергетически более выгодной является схема однократного испарения мазута, т.к. сравнение ее с другими схемами показывает, что она обеспечивает самые низкие энергетические затраты, меньшую металлоемкость аппаратуры и требует минимальной температуры нагрева мазута для обеспечения заданной доли отгона. Поскольку в процессе ректификации происходит многократное испарение более летучих и конденсация менее летучих веществ, проведение ее в условиях вакуума позволяет снизить температуру процесса и делает возможным разделение труднолетучих или термолабильных смесей при более низких температурах. Для создания вакуума предпочтительно использовать трехступенчатую систему парожекторов. Это позволит получить дизельной фракции, избежав нагрева сырья в печи выше температуры 400 °С, и предотвратив его термическое разложение.

Кроме этого, в нижнюю часть вакуумной колонны подводят водяной пар, который снизит парциальное давление паров углеводородов ниже соответствующего температуре процесса давления их насыщения, что приведет к дополнительному выпариванию из гудрона паров летучих веществ [12].

Таким образом, для проектируемой нами установки, была выбрана схема однократного испарения мазута.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Характеристика сырья и производимой продукции

Технические характеристики исходного сырья приведены в таблице 2.

Таблица 2.1.1

#### Характеристика исходного сырья

Наименование сырья	Наименование показателей, обязательных для проверки	Технические показатели с допустимыми отклонениями
Мазут	1. Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup>	0,900-0,955
	2. Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °C, не ниже	165
	3. Фракционный состав: температура начала кипения, °C, не ниже	280
	температура выкипания 5%, °C, не ниже	346
	температура выкипания 10%, °C, не ниже	371
Воздух КИП (1 класс)	Содержание посторонних примесей: 1. Твердые частицы, мг/м <sup>3</sup> , не более	1
	2. Масла (в жидком состоянии), мг/м <sup>3</sup> , не более	5
	3. Температура точки росы, °C	ниже минимальной рабочей температуры не менее чем на 10°C, но не выше -10°C
Инертный газ	1. Содержание азота, % об. не менее	98,5
	2. Содержание CO и O <sub>2</sub> в газе, % объемн. не более	0,9

Технические характеристики производимой продукции приведены в таблице 3.

Таблица 3  
Характеристика производной продукции

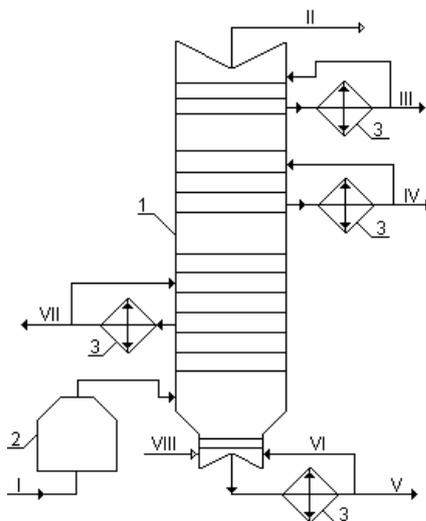
Наименование продукта	Наименование показателей, обязательных для проверки	Технические показатели с допустимыми отклонениями
Компонент дизтоплива	Фракционный состав: температура выкипания 50%, °С, не выше	340
	температура выкипания 95%, °С, не выше	380
Вакуумный дистиллят	Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	819-820
	Фракционный состав ASTMD-86, °С.	
	а) начало кипения, °С, не выше	267-268
	б) 5 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше	279-269
	д) 95 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше	343-348
	д) конец кипения	352-357
	Вязкость: (сСт) при 40°С при 100°С	4,0-4,1 1,5
Гудрон	1. Плотность при 20°С по ГОСТ 3900-85, г/см <sup>3</sup> , не менее	0,935-0,97
	2. Коксуемость по ГОСТ 19932-74, %, не ниже	8,0
	3. Содержание хлористых солей по ГОСТ 21534-76, мг/дм <sup>3</sup> , не более	50

## 2.2 Описание технологической схемы

На рисунке 2.2 представлена принципиальная технологическая схема проектируемого блока установки вакуумной перегонки мазута.

Мазут, отбираемый с низа атмосферной колонны блока АТ, прокачивается параллельными потоками через печь в вакуумную колонну. Смесь нефтяных и водяных паров, газы разложения и воздух, засасываемый через неплотности с верха вакуумной колонны поступают в вакуум создающую систему. Верхним боковым погоном вакуумной колонны отбирают фракцию легкого вакуумного газойля (соляр). Часть его после охлаждения в теплообменниках возвращается вверх колонны в качестве верхнего циркуляционного орошения.

Вторым боковым погоном отбирают широкую газойлевую фракцию. Часть ее после охлаждения используется как среднее циркуляционное орошение вакуумной колонны. Балансовое количество целевого продукта вакуумного газойля после теплообменников и холодильников выводится с установки и направляется на дальнейшую переработку (рисунок 2.2).



*I* – мазут; *II* – неконденсируемые газы и водяной пар на ВСС; *III* – легкий вакуумный газойль; *IV* – тяжелый вакуумный газойль; *V* – гудрон; *VI* – квенчинг; *VII* – затемненная фракция; *VIII* – водяной пар

Рисунок 2.2. Принципиальная схема блока вакуумной перегонки мазута по топливному варианту

С нижней тарелки концентрационной части колонны выводится затемненная фракция, часть которой используется как нижнее циркуляционное орошение, а часть может выводиться с установки или использоваться как рецикл вместе с загрузкой вакуумной печи.

С низа вакуумной колонны отбирается гудрон, и после охлаждения он направляется на дальнейшую переработку. Часть гудрона после охлаждения в теплообменнике возвращается в низ колонны в качестве квенчинга. В низ вакуумной колонны подается водяной пар [13].

### 2.3 Расчет материального баланса

Цель расчета материального баланса – определение расходных коэффициентов сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов установки вакуумной разгонки мазута.

Исходные данные для расчета материального баланса:

1. Производительность установки по мазуту –1800 тыс. т/год
2. На турбулизацию подается 1,59% пара высокого давления по отношению к мазуту;
3. В результате термической деструкции углеводородов образуется 0,03% газов разложения по отношению к мазуту.
4. Определяем часовую производительность установки [14].

Материальный баланс приведенный в таблицах 4 и 5, составляется на основе потенциального содержания фракций с учетом выбранного ассортимента и времени работы установки перегонки нефти. Число дней работы установки АВТ зависит от продолжительности текущих капитальных ремонтов и, как правило, равно 340 в год.

Мощность установки 3 000 000 тонн в год.

Количество рабочих дней ( $T_{эф}$ ):

$$T_{эф} = T_{Г} - T_{КАП} - T_{ТЕК} = 365 - 15 - 10 = 340 \text{ суток} = 8160 \text{ часов. (2.3.1)}$$

Часовая производительность ( $\Pi$ ):

$$\Pi = \frac{3000000 \cdot 1000}{8160} = 367647,06 \text{ кг/час}$$

Таблица 4

Материальный баланс блока атмосферной перегонки установки ЭЛОУ-АВТ-3

Наименование продукта	Выход, % мас.	Расход	
		кг/ч	тыс. т/год
Взято:			
1. Нефть	100,00	378787	3000,0
2. Водяной пар	1,72	6500	51,5
Итого:	101,72	385278	3051,5
Получено:			
1. Углеводородный газ	0,04	140	1,1
2. Бензиновая фракция	10,16	38466	304,7

Продолжение таблицы 4

3. Топливо ТС-1	5,73	21708	171,9
4. Дизельная фракция	18,91	73911	567,3
5. Фракция 320-370	5,20	19711	156,1
6. Мазут	60,00	2209588	1800,0
7. Вода из рефлюксных емкостей	1,68	6370	50,4
Итого:	101,72	385287	3051,5

Таблица 5

Материальный баланс вакуумной колонны

Наименование продукта	Количество т/г	Содержание мас. %	Количество кг/ч
Взято: мазут	1 800000	100	220588,235
Получено:			
Фракции 350-450	796 000	44,22	97549,019
Фракции 450-500	62 000	3,45	7598,039
Остаток	942000	52,33	115441,176
Итого:	1 800 000	100	205479,4521

## 2.4 Расчет теплового баланса колонны

Цель расчета теплового баланса – определение тепловых нагрузок вакуумной ректификационной колонны для поддержания оптимального теплового режима колонне.

Количество тепла, поступающее в колонну и количество тепла, уносимое из нее должны быть равны. Согласно закона сохранения энергии:

$$\sum Q_{\text{ВХ}} = \sum Q_{\text{ВЫХ}} \quad (2.4.1)$$

Где  $Q_{\text{ВХ}}$  – общее количество тепла, входящего в колонну, кДж/ч;  $Q_{\text{ВЫХ}}$  – общее количество тепла, выходящего из колонны, кДж/ч.

Тепло, входящее в колонну:

1) с сырьем, нагретым до температуры  $t_0$ :

$$Q_c = G_1 e I_{t_0}^n + G_1 (1 - e) I_{t_0}^ж \quad (2.4.2)$$

Где  $I^n$ ,  $I^ж$  – энтальпия сырья, кДж/кг;  $t_0$  – температура нагрева сырья;  $G$  – масса сырья, кг/ч.

$$t_0 = 398^\circ\text{C}; G = 220588,235 \text{ кг/ч}; e = 0,522$$

$$I_0^n = (4 - \rho_{15}^{15}) \cdot a - 308,99 \quad (2.4.3)$$

$$I_0^ж = \frac{1}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}} a \quad (2.4.4)$$

$$\rho_4^{20} = 0,8862$$

$$\rho_{15}^{15} = \rho_4^{20} + 5\alpha \quad (2.4.5)$$

$\alpha$  – средняя температурная поправка.

$$\rho_4^{20} = 0,8862 + 5 \cdot 0,00066 = 0,8895$$

$A$  – выбираем согласно приложению 20 [14] (для жидких нефтепродуктов) и 21 [14] (для газообразных нефтепродуктов).

$$I_{365}^n = (4 - 0,8895) \cdot 485,046 - 308,99 = 1199,76 \text{ кДж/кг}$$

$$I_{365}^j = \frac{1}{\sqrt{0,8895}} \cdot 940,856 = 997,586 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_c = 220588,235 \cdot 0,522 \cdot 1199,746 + 220588,235 \cdot (1 - 0,522) \cdot 997,586 = 243333864,38 \text{ кДж/кг}$$

2) с водяным паром:

$$Q_{в.п.} = G_{в.п.} (I_{вх}^{в.п.} - I_{вых}^{в.п.}) \quad (2.4.6)$$

$I_{вх326}^{в.п.} = 3282,4 \text{ кДж/кг}$ ;  $I_{вых54}^{в.п.} = 2670,82 \text{ кДж/кг}$  согласно приложению 29 [14]

Расход паров воды на мазут составляет равной 1,5 %:

$$G_{в.п.} = 0,015 \cdot 220588,235 = 3308,82 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{в.п.} = 3308,82 \cdot (3282,4 - 2670,82) = 2023608,14 \text{ кДж/ч}$$

Общий объем тепла, вносимого в колонну:

$$Q_{вх} = Q_c + Q_{в.п.} = 243333864,38 + 2023608,14 = 245357472,5156 \text{ кДж/ч} \quad (2.4.7)$$

Тепло, выводимое из колонны:

1) с парами ректификата ( $Q_D$ , Вт или кДж/ч):

$$Q_D = D \cdot I_{т_0}^n \quad (2.4.8)$$

Приняв, что число углеводородных газов будет не менее 0,1 %:

$$D = 220588,235 \cdot 0,001 = 220,588 \text{ кг/ч}$$

$$\rho_4^{20} = 0,7232$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,7232 + 5 \cdot 0,000087 = 0,72755$$

$t_D$  – температура в верхней части колонны;  $t_D = 90^\circ\text{C}$ ;  $a$  – находим по приложению 21 [14]:  $a=256,17$  кДж/кг

$$I_{54^\circ\text{C}}^{\text{II}} = 256,17 \cdot (4 - 0,72755) - 308,99 = 529,31 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_D = 220,588 \cdot 529,31 = 116759,43 \text{ кДж/ч}$$

2) с жидким остатком:

$$Q_R = R \cdot I_{tR}^{\text{ж}} \quad (2.4.9)$$

$t_R$  – температура низа колонны:  $t_R = 326^\circ\text{C}$ ;  $a = 880,748$  кДж/кг;  $\rho_4^{20} = 0,9640$ ;  $R = 161151,960$  кг/ч

$$\rho_{15}^{15} = 0,9640 + 5 \cdot 0,000554 = 0,96677$$

$$I_{326}^{\text{ж}} = \frac{1}{\sqrt{0,96677}} \cdot 880,748 = 895,757 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_R = 161151,960 \cdot 895,757 = 144352953,8 \text{ кДж/ч}$$

3) с фракцией 350 – 450 °C:

$$Q_{350-450}^{\text{ж}} = G \cdot I_{tж}^{\text{ж}} \quad (2.4.10)$$

$G = 97549,019$  кг/ч;  $\alpha = 584,828$  кДж/кг при  $t = 272^\circ\text{C}$ ;  $\rho_4^{20} = 0,8850$

$$\rho_{15}^{15} = 0,8850 + 5 \cdot 0,00066 = 0,8883$$

$$I_{378}^{\text{ж}} = \frac{1}{\sqrt{0,8883}} \cdot 584,828 = 620,51 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_{350-450}^{\text{ж}} = 97549,019 \cdot 620,51 = 60530141,779 \text{ кДж/ч}$$

4) с фракцией 450 – 500 °C:

$$Q_{450-500}^{\text{ж}} = G \cdot I_{tж}^{\text{ж}} \quad (2.4.11)$$

$G = 7598,039$  кг/ч;  $\alpha = 751,76$  кДж/кг при  $t = 337^\circ\text{C}$ ;  $\rho_4^{20} = 0,910$

$$\rho_{15}^{15} = 0,910 + 5 \cdot 0,00062 = 0,9131$$

$$I_{337}^{\text{ж}} = \frac{1}{\sqrt{0,9131}} \cdot 761,76 = 797,185 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_{450-500}^{\text{ж}} = 7598,039 \cdot 797,185 = 6057042,72 \text{ кДж/ч}$$

Общее количество тепла, вводимого из колонну составит:

$$Q_{\text{ВЫХ}} = Q_{\text{D}} + Q_{\text{R}} + Q_{350-450} + Q_{450-500} = 116759,43 + 144352953,8 + 60530141,779 + 6057042,72 = 211056897,729 \text{ кДж/ч} \quad (2.4.12)$$

Разность между теплом, входящим в колонну и выходящим из нее, необходимо снимать циркуляционным орошением:

$$\Delta Q = Q_{\text{ВХ}} - Q_{\text{ВЫХ}} \quad (2.4.13)$$

$$\Delta Q = 245357472,5156 - 211056897,729 = 34300574,78 \text{ кДж/ч}$$

$$2 Q_{\text{ц.о.}} = \Delta Q \quad (2.4.14)$$

$$Q_{\text{ц.о.}} = 17150287,39 \text{ кДж/ч}$$

Циркуляционный поток жидкости имеет разность температур на выходе его из колонны и входе в нее  $\Delta t = 50-100^\circ\text{C}$  (стр. 369 [14]). Примем  $\Delta t = 75^\circ$ . Масса циркуляционного орошения составляет:

$$G_{\text{ц.о.}} = \frac{Q_{\text{ц.о.}}}{I_{t_{\text{ВЫХ}}}^{\text{ж}} - I_{t_{\text{ВХ}}}^{\text{ж}}} \quad (2.4.15)$$

$$G_{\text{ц.о.1}} = 86749,716 \text{ кДж/кг}$$

$$G_{\text{ц.о.2}} = 79227,45 \text{ кДж/кг}$$

Оформим тепловой баланс в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4  
Тепловой баланс вакуумной колонны

Продукт	Тепло входящее			Продукт	Тепло выходящее		
	t, °C	G, кг/ч	Q, кДж/ч		t, °C	G, кг/ч	Q, кДж/ч
1. Мазут	398	220588,235	243333864,38	Газы	90	220,588	116759,43
				Остаток	378	161151,96	144352953,8
				350-450°	272	97549,019	60530141,779
2. Водяной пар	400	3308,82	2023608,14	450-500°	337	7598,039	6057042,72
				ц.оI	197	86479,49	17150287,39
				ц.оII	262	79227,45	17150287,39
Итого			245357472,51	Итого			245357472,51

## 2.5 Расчет диаметра колонны

Диаметр колонны определяют в зависимости от максимального расхода паров и их допустимой скорости в свободном сечении колонны. Изначально вычисляют объем паров ( $V$ , м<sup>3</sup>/ч), проходящих в 1 час через сечения колонны в нескольких ее местах.

1) Диаметр верха колонны:

$$V = 22,4 \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{0,101}{P} \cdot \sum \frac{G_i}{M_i} \quad (2.5.1)$$

где  $T$  – температура системы, К;  $P$  – давление в системе, МПа;  $G_i$  – расход компонента, кг/ч;  $M_i$  – молекулярная масса компонента.

Диаметр колонны:

$$V_1 = 22,4 \cdot \frac{398+273}{273} \cdot \frac{0,101}{0,009} \cdot \frac{220588,235}{280,156 \cdot 3600} = 134,68 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$M_{\text{мазута}} = \frac{44,29 \cdot \rho_{15}^{15}}{1,03 - \rho_{15}^{15}} \quad (2.5.2)$$

$$\rho_4^{20} = 0,8862$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,8862 + 5 \cdot 0,00066 = 0,8895$$

$$M_{\text{мазута}} = \frac{44,29 \cdot \rho_{15}^{15}}{1,03 - \rho_{15}^{15}} = 280,398 \quad (2.5.3)$$

Согласно приложению 20 [14], скорость паров в вакуумной колонне составляет 3,9 м/с.

$$d = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{V}{U}} = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{134,68}{3}} = 7,56 \text{ м} \quad (2.5.4)$$

Диаметр составил  $d_1 = 8$  м.

2) Диаметр низа колонны:

$$\rho_4^{20} = 0,9640$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,9640 + 5 \cdot 0,000554 = 0,96677$$

$$M = \frac{44,29 \cdot \rho_{15}^{15}}{1,03 - \rho_{15}^{15}} = \frac{44,29 \cdot 0,96677}{1,03 - 0,96677} = 677,18 \quad (2.5.5)$$

Число отгонных тарелок примем:  $n = 4$  (стр. 401 [14]),  $\Delta P_T = 0,4$  кПа (стр. 401 [14]), тогда

$$P_H = P_{bc} + n\Delta P_T \quad (2.5.6)$$

$$P_H = P_{bc} + n\Delta P_T = 0,009 + 4 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,0106 \text{ МПа} \quad (2.5.7)$$

$$V_2 = 22,4 \cdot \frac{(378 + 273) \cdot 0,101}{273 \cdot 0,0106} \cdot \frac{161151,96}{677,18 \cdot 3600} = 33,64 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_2 = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{V}{U}} = \sqrt{\frac{33,64}{3}} = 3,78 \text{ м} \quad (2.5.8)$$

По ГОСТ примем  $d_2 = 4$  м.

Примем верхний диаметр колонны:  $d_1 = 8$  м

Нижний диаметр:  $d_2 = 4$  м

## 2.6 Расчет высоты колонны

Высота свободного пространства между верхней тарелкой и верхним дном колонны принимается равной  $1/2$  диаметра колонны:

$$H_1 = 8 \cdot 0,5 = 4 \text{ м}$$

Высоты  $H_2$  и  $H_4$  вычисляются по числу тарелок в этой части колонны и расстояния между ними (принимается  $a = 0,6$  м):

$$H_2 = (n - 1) \cdot a = (12 - 1) \cdot 0,61 = 6,71 \text{ м} \quad (2.6.1)$$

$$H_4 = (n - 1) \cdot a = (4 - 1) \cdot 0,61 = 1,83 \text{ м}$$

Число тарелок наверху и внизу колонны принимается согласно 401 [14].

Высоту  $H_3$  вычислим из расчета расстояния между тремя тарелками:

$$H_3 = a \cdot 3 = 0,61 \cdot 3 = 1,83 \quad (2.6.2)$$

Высоту  $H_5$  принимается равной 2 м. Высоту  $H_6$  вычисляем по запасу остатка на 600 с. Объем мазута внизу колонны составил:

$$V_M = \frac{161151,96 \cdot 600}{3600 \cdot 677,18} = 39,66$$

Площадь поперечного сечения колонны:

$$F = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} = 50,24 \text{ м}^2$$

Отсюда:

$$H_6 = \frac{V}{F} = \frac{39,66}{50,24} = 0,79 \text{ м} \quad (2.6.3)$$

По практическим данным высоту юбки  $H_7$  принимаем равной 4 м.  
Общая высота колонны составила:

$$H_{\text{общ.}} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 = 4 + 6,71 + 1,83 + 1,83 + 2 + 0,79 + 4 = 21,16 \text{ м}$$

Общая высота вакуумной колонны составляет 21,16 м.

Основной целью первичной перегонки нефти считается выделение из нее заданного ассортимента продуктов (дистиллятов) важного качества и с максимально вероятным отбором от потенциала. В реализации данной цели значительное пространство занимает система контроля и автоматизации технологического процесса ВТ. Автоматическое регулирование и управление работой аппаратуры проводится при поддержке технических средств управления и автоматизации – контрольно-измерительными приборами (КИП).

К ним относятся: приборы автоматического контроля и температуры, давления, расходов струй, уровней воды в аппаратах, параметров электрических машин; качества потоков нефти, газов и получаемых продуктов, а также аппаратура автоматической сигнализации, блокировки и уведомления (световые или звуковые) и средства автоматического управления и регулирования.

На современных технологических установках эти средства взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Важнейшими параметрами технологического процесса переработки нефти на ВТ являются: температура, расход потоков (количество), давление (перепад давлений), уровень жидкости (или раздела жидких фаз), параметры качества нефти и получаемых дистиллятов (плотность, вязкость, температура вспышки и др.).

В схемах автоматизации и мнемосхемах щитов управления все эти параметры имеют общепринятые обозначения, которые приведены ниже в таблице 7:

Таблица 7  
Обозначения параметров

Параметр	Обозначение
Плотность	D
Расход	F
Температура	T
Давление	P
Уровень	L
Вязкость	V
Электрические величины	E
Состав (концентрация)	Q
Функции	
Показания (индикация)	I
Регистрация	R
Регулирование	C
Сигнализация	A
Включение-отключение (переключение)	S
Ручное воздействие	H

Обозначения на схеме пишутся в кружке (в верхней его половине), причем если измерение производится по месту установки измерительного средства (термопары, манометра и т.д.), то обозначения не подчеркивают

линией, а в тех случаях, когда измерение передается на щит аппарата, они подчеркиваются.

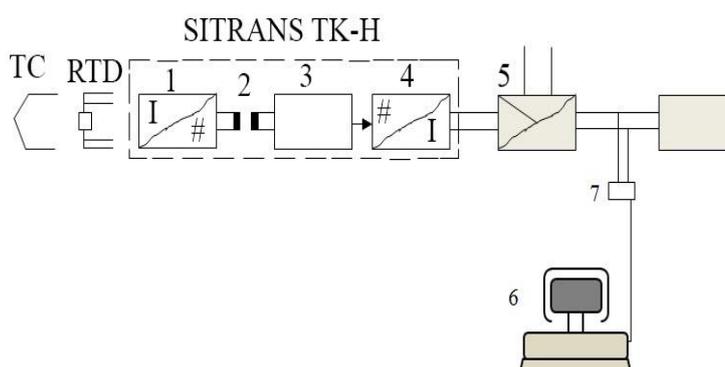
Для правильного проведения технологического процесса необходимо знание основных параметров процесса и качества получаемой продукции [15].

### 3.1 Приборы для измерения температуры

Температура считается важным параметром, определяющим не только протекание технологического процесса, но и свойства вещества. Для технологических измерений часто применяют температурную шкалу с единицей температуры градус Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ). Для измерения температуры применяются первичные преобразователи, которые отличаются по способу преобразования температуры в промежуточный сигнал. В промышленности чаще всего применяют: термометры расширения, манометрические термометры, термометры сопротивления, термопары [16].

Для контроля за температурой в нижней части колонны выбираем термометр сопротивления с номинальной точностью до 0,5 %, диапазон измерения температуры которого составляет от  $-200$  до  $+850$   $^{\circ}\text{C}$ , цифровой и аналоговый сигналы – от 4 до 20 мА,  $I_{\text{max}}=60\text{мА}$ ,  $P_y=1,2$  МПа.

Подаваемый с потенциометрического датчика (двух-, трех-, четырехпроводная схема) или термопары сигнал измерения усиливается на входном каскаде (рис.3.1). Пропорциональное входной величине напряжение преобразуется в аналого-цифровом преобразователе в цифровые сигналы. Через гальваническое разделение они попадают в микропроцессор. В микропроцессоре они пересчитываются в согласовании с характеристикой сенсора и прочими данными (глушение, наружная температура и т.п.).



1 – аналогово-цифровой преобразователь; 2 – гальваническое разделение; 3 – микропроцессор; 4 – цифрово-аналоговый преобразователь; 5 – источник питания; 6 – PC/ноутбук; 7 – HART-модем

Рисунок 3.1. Принцип работы SITRANS TK-H

Приготовленный таким образом сигнал в цифрово-аналоговом преобразователе преобразуется в подводимый неизменный ток 4 до 20 мА. Ключ вспомогательной энергии находится в контуре выходного сигнала. Параметрирование SITRANS TK-H выполняется через ПК, который через соединительный модуль (HART-модем) включен к двухпроводной части. Также можно осуществлять параметрирование с поддержкой коммутатора HART.

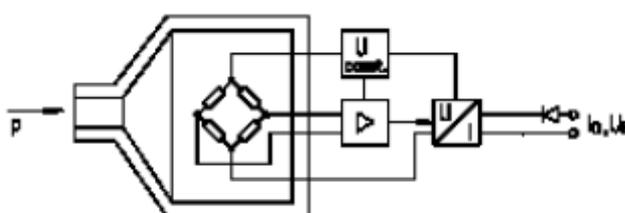
### 3.2 Приборы измерения давления

Измерение давления необходимо для контроля и регулирования технологического процесса и обеспечения безопасности производства. Также этот параметр применяют при косвенном измерении других технологических параметров: уровня, расхода, температуры, плотности и т.д. В системе СИ за единицу давления принимают паскаль (Па).

От вида и величины измеряемого давления будет зависеть выбор прибора для измерения давления. Различают следующие виды приборов:

- манометры – для измерения избыточного давления;
- вакуумметры – для измерения давления разрежения;
- мановакуумметры – для измерения как избыточного давления, так и давления разрежения;
- напорометры – для измерения малых избыточных давлений;
- тягомеры – для измерения малых давлений разрежения;
- дифманометры – для измерения разности давлений[16].

Приборы для измерения давления применяются для измерения давления внутри колонны (рис.3.2). Для контроля и регулирования давления выбираем датчик Z - серии 7MF1563.



$p$  – измерительное давление;  $U/I$  – выходной каскад;  $U_{const}$  – источник стабилизированного напряжения;  $I_0$  – выходной сигнал;  $U_B$  – вспомогательная энергия

Рисунок 3.2. Измерительный преобразователь Тип 7MF1563, функциональная схема

Пневматический измерительный преобразователь состоит из тонкопленочной измерительной ячейки с керамической мембраной и электронной платы, которые встроены в корпус из нержавеющей стали.

Электрическое подсоединение осуществляется через угловое штепсельное соединение (DIN 43650) с вводом кабеля Pg 9. Прибор присоединяется с помощью процессуального соединения G<sup>1</sup>/<sub>2</sub>A (наружная резьба) или G<sup>1</sup>/<sub>2</sub>A (внутренняя резьба) из нержавеющей стали.

Тонкопленочная измерительная ячейка имеет тонкопленочный мост сопротивления, на который через керамическую мембрану передается измерительное давление  $p$ . Выходное напряжение измерительных ячеек подается на усилитель и на выходном каскаде U/I преобразуется в выходной ток  $I_0$ .

Прибор питается вспомогательной энергией  $U_B$ , а с помощью защитных диодов на входе делается невозможной подача с неправильной полярностью и слишком высокая величина вспомогательной энергии. С помощью высокочастотного дросселя, конденсаторов и Transorb-диодов прибор защищен от высокочастотных помех [17].

### **3.3 Приборы для измерения уровня**

При проведении технологических процессов огромную роль играет контроль за уровнем жидкостей и твердых сыпучих материалов в аппаратах. Не считая такого, принимая во внимание площадь любой емкости, по величине значения возможно квалифицировать численность вещества в ней. Зачастую согласно условию протекания технологического процесса не возникает необходимости измерения уровня по всей высоте аппарата. В таких случаях используют узкопредельные, но более точные уровнемеры. Для определения уровня принимаем поплавковые уровнемеры. Для передачи показаний на расстояние поплавковые уровнемеры имеют пневматическое устройство, которое называют пневмореле. Пневмореле питается сжатым воздухом давлением от 1,5 кгс/см<sup>2</sup> до 10 кгс/см<sup>2</sup>. Наибольший ход штока пневмореле 10 мм, его можно регулировать в пределах регулировать в пределах 4 – 5 мм; выходное давление 1,0 – 1,1 кгс/см<sup>2</sup>.

В качестве регулирующего прибора выбираем регулирующий микропроцессорный контроллер Ремиконт – 130 с входным сигналом 0 – 20 мА.

В качестве регистрирующего, отображающего и оповещающего устройства выбираем прибор Технограф – 160 с 12 каналами измерений и входным сигналом 0 – 20 мА [17].

## **4 Раздел безопасности жизнедеятельности и охраны труда**

Организация безопасной работы на нефтеперерабатывающих заводах основывается на знании опасных свойств сырья, промежуточных и конечных нефтепродуктов, на исключении контакта работающих с этими веществами и на проведении комплекса мероприятий, предотвращающих отравления, пожары, загорания и взрывы.

Большинство веществ, применяемых в нефтехимии, обладают вредными, пожаро- и взрывоопасными свойствами.

В соответствии с законом Республики Казахстан «О безопасности и охране труда» от 15.05.2007 № 252 – Шк задачам трудового законодательства РК относится создание необходимых правовых условий, направленных на достижение баланса интересов сторон трудовых отношений, экономического роста, повышение эффективности производства и благосостояния людей.

Основными задачи трудового законодательства РК являются:

- недопустимость ограничения прав человека и гражданина в сфере труда;
- свобода труда;
- обеспечение права на условия труда, соответствующие требованиям безопасности и гигиены;
- обеспечение права на справедливое вознаграждение за труд не ниже минимального размера заработной платы;
- обеспечение права на отдых;
- равенство прав и возможностей работников [18].

Цель техники безопасности и охраны труда:

- 1 Безаварийная работа установки, путем снижения риска их возникновения;
- 2 Недопущение несчастных случаев. Обеспечение безопасных условий труда, улучшение санитарно-бытовых условий на установке;
- 3 Контроль за соблюдением требований правил и норм по безопасности и охране труда на установке.

Основные условия, обеспечивающие охрану окружающей среды – это соблюдение герметичности емкостей, коммуникаций и другого оборудования, а также строгое соблюдение технологического режима [19 - 21].

11 марта 2010 г. вступил в силу технический регламент «Требования к безопасности бензина, дизельного топлива и мазута», утвержденный постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2007 года № 1372. В данном техническом регламенте устанавливаются требования к безопасности бензина, дизельного топлива и мазута, которые являются объектами технического регулирования. В соответствии с этим мазут должен отвечать требованиям, установленным техническим регламентом.

Мазут должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 8.

Таблица 8

Требования к характеристикам мазута

Характеристики мазута	Нормы
Массовая доля серы, не более, %	3,5
Температура вспышки в открытом тигле, не ниже, °С	90

Мазут относится к разряду опасных веществ. По потенциальной опасности мазут может вызывать пожар, усиливать опасные факторы пожара, отравлять среду обитания (воздух, воду, почву, флору, фауну и так далее), воздействовать на человека через кожу, слизистые оболочки дыхательных путей путем непосредственного контакта или на расстоянии, как при нормальных условиях, так и при пожаре.

Пожарная безопасность, обеспечиваемая системами предотвращения пожара, противопожарной защиты и организационно-техническими мероприятиями при работе с мазутом должна соответствовать постановлению Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 года № 14 "Об утверждении технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности».

Для хранения мазута используются следующие виды хранилищ:

- подземные хранилища: в отложениях каменной соли, гипса, ангидрита, доломита, мергеля, известняка, глины;
- металлический резервуар стационарный и передвижной: горизонтальный низкого давления, вертикальный без понтона, плавающей крыши, газовой обвязкой;
- железобетонный резервуар стационарный и передвижной без газовой обвязки;
- резиноканевый резервуар стационарный и передвижной [22].

В результате вакуумной перегонки мазута выделяется целевой продукт – вакуумный газойль, который также должен отвечать определенным требованиям, указанные в таблице 9.

Таблица 9

Требования к характеристикам вакуумного газойля

Характеристики вакуумного газойля	Норма
Вязкость кинематическая при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	1,8 – 6,0
Массовая доля серы, не более, %	1,0
Температура застывания, не ниже, °С	16
Температура вспышки в открытом тигле, не ниже, °С	80
Массовая доля ванадия, не более, %	0,001
Коксуемость, не более, %	0,6
Плотность при 20 °С, не более, кг/м <sup>3</sup>	950

## 5 Экономическая часть

### 5.1 Расчет капитальных затрат

Для расчета первоначальная стоимость основных производственных фондов установки перегонки мазута приведена в таблице 10.

Таблица 10  
Первоначальная стоимость основных производственных фондов установки перегонки мазута

Названия основных производственных фондов	Первоначальная стоимость	
	тыс.тенге	%
Здание	262910	1,18
Хозяйственный инвентарь	155360	0,7
Рабочие машины и оборудования	21834760	98,12
Итого	22253030	100

Удельные капитальные вложения на 1 т продукта:

$$k_{уд} = \frac{\Phi}{\Omega_{фак}} \quad (5.1.1)$$

где  $k$  – удельные капитальные вложения, тенге;  $\Phi$  – цена основных производственных фондов, тыс. тенге;  $\Omega_{фак}$  – производительность установки, т/год.

$$k = \frac{22253030}{3000000} = 7,4$$

Капитальные затраты проектируемой установки:

$$k_{зат} = k \cdot \Omega_{пр}, \quad (5.1.2)$$

где  $k_{зат}$  – капитальные затраты проектируемой установки, тенге;  $\Omega_{пр}$  – прогнозируемая производительность установки, т/год.

$$k = 7,4 \cdot 3200000 = 23680000 \text{ тыс.Тенге}$$

## 5.2 Расчет численности основных производственных рабочих

Общую численность работающих в плане по труду рассчитывают, как среднесписочное число промышленно-производственного персонала суммированием численности рабочих, инженерно-технических работников и других категории работающих. Расчет рабочего времени приведен в таблице 11.

Таблица 11  
Расчет рабочего времени

Название показателя	8-часовой график работы
---------------------	-------------------------

Календарное число дней (Т <sub>к</sub> )	365
Выходные дни:	
Выходные	81
Праздничные	9
Итого	90
Номинальное количество дней (Т <sub>н</sub> )	275
Количество запланированных выходных дней:	
Дополнительные выходные	24
Отсутствие по состоянию здоровья	4
Выполнение государственных и общественных дел	1
Отпуска в связи с учебой без отрыва от производства	1
Итого	30
Эффективный фонд времени, дни (Т <sub>эф</sub> )	245
Эффективный фонд времени, час	1960

Вычисляем коэффициент невыходов по следующей формуле:

$$k_{\text{нев}} = \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{эф}}} \quad (5.2.1)$$

где Т<sub>н</sub> – номинальный фонд рабочего времени; Т<sub>эф</sub> – эффективный фонд рабочего времени.

$$k_{\text{нев}} = \frac{275}{245} = 1,12$$

При расчете годового фонда заработной платы определяют основной и дополнительный фонд, а также отчисления на социальное страхование. Расчет основного количества производственных рабочих приведен в таблице 12

Таблица 12  
Расчет основного количества производственных рабочих

Название специальности	Разряд	Явочное число		Система оплаты	Количество рабочих в штате	Коэффициент пропущенных рабочих дней
		Смены	В сутках			
Старший оператор установки	6	1	3	Повременная	3	1,1
Оператор	5	3	7		7	1,1
Оператор	5	2	6		6	1,1
Машинист	5	2	6		6	1,1
Машинист	4	1	3		3	1,1
Итого:	-	-	25	-	25	-

Расчет заработной платы согласно тарифу:

$$\Phi_{\text{т}} = D_{\text{ст}} \cdot Н \cdot T_{\text{эф}} \quad (5.2.2)$$

где  $\Phi_T$  – заработная плата согласно тарифу, тенге;  $D_{ст}$  – дневной тариф, тенге;  $N$  – количество работников;  $T_{эф}$  – эффективный фонд рабочего времени.

$$D_{ст} = \frac{k_{ст6} \cdot H_6 + k_{ст5} \cdot H_5 + k_{ст3} \cdot H_3 + k_{ст4} \cdot H_4 + k_{ст5} \cdot H_5}{H_6 + H_5 + H_3 + H_5 + H_4} = \frac{1996,6 \cdot 3 + 1705,6 \cdot 7 + 1140,88 \cdot 6 + 1705,6 \cdot 6 + 1362,4 \cdot 3}{3 + 7 + 6 + 6 + 3} = 34408 \text{ тг} \quad (5.2.3)$$

$$\Phi_T = 34408 \cdot 25 \cdot 245 = 8429960 \text{ тг}$$

Премия:

$$\Phi_{прем} = \frac{\Phi_T \cdot П}{100 \%} \quad (5.2.4)$$

где  $П$  – объем премии, %.

$$\Phi_{прем} = \frac{8429960 \cdot 30}{100} = 2528988 \text{ тг}$$

Прибавка зарплату в ночное время:

$$D_{ноч} = \frac{\Phi_T \cdot h}{T_{сут} \cdot h_{ноч}} \quad (5.2.5)$$

где  $h$  – объем ночного рабочего, по 8 часов;  $T_{сут}$  – ежедневное время производства, по 24 часа;  $h_{ноч}$  – дополнительный коэффициент к ночному рабочему времени, по 1/5.

$$D_{ноч} = \frac{8429960 \cdot 8}{24 \cdot 0,2} = 1756241 \text{ тг}$$

Дополнительные оплаты праздничных дней:

$$D_{праз} = \frac{\Phi_T \cdot 3,73}{100 \%} \quad (5.2.6)$$

где 3,73 – количество праздничных дней, %

$$D_{праз} = \frac{8429960 \cdot 3,73}{100 \%} = 314438 \text{ тг}$$

Дополнительная оплата за переработку:

$$D_{пер} = \frac{D_{ст} \cdot t_{пер}}{2} \quad (5.2.7)$$

Где  $t_{пер}$  – количество переработанных рабочих дней.

$$t_{пер} = t_{пл} - t_n = 12 \text{ сут} \quad (5.2.8)$$

$$D_{пер} = \frac{34408 \cdot 12}{2} = 206448 \text{ тг}$$

Рассчитаем основной фонд заработной платы:

$$\Phi_{\text{осн}} = \Phi_{\text{т}} + \Phi_{\text{прем}} + \text{Д}_{\text{ночь}} + \text{Д}_{\text{праз}} + \text{Д}_{\text{перер}} \quad (5.2.9)$$

$$\Phi_{\text{осн}} = 8429960 + 1756241 + 314438 + 206448 = 10707087 \text{ тг}$$

Дополнительный фонд заработной платы:

$$\Phi_{\text{доп}} = \frac{\Phi_{\text{осн}} \cdot \text{Д}}{\text{Т}_{\text{эф}}} \quad (5.2.10)$$

где  $\Phi_{\text{осн}}$  – основной фонд заработной платы, тг;  $\text{Д}$  – дни невыхода.

$$\Phi_{\text{доп}} = \frac{10707087 \cdot 30}{245} = 1311072 \text{ тг}$$

Полный фонд заработной платы:

$$\Phi_{\text{полн}} = \Phi_{\text{осн}} + \Phi_{\text{доп}} \quad (5.2.11)$$

$$\Phi_{\text{полн}} = 10707087 + 1311072 = 12018159 \text{ тг}$$

С коэффициентом:

$$\Phi_{\text{полн. р.к.}} = 1,7(\Phi_{\text{осн}} + \Phi_{\text{доп}}) \quad (5.2.12)$$

$$\Phi_{\text{полн.р.к.}} = 1,7(10707087 + 1311072) = 20430870 \text{ тг}$$

Сумма денежных средств, выделяемая на социальное страхование:

$$\Phi_{\text{соц.стр}} = \frac{\Phi_{\text{полн}} \cdot 30 \%}{100 \%} \quad (5.2.13)$$

$$\Phi_{\text{соц.стр}} = \frac{12018159 \cdot 30 \%}{100 \%} = 3605448 \text{ тг}$$

Уровень средней месячной заработной платы:

$$\Phi_{\text{ср.мес.}} = \frac{\Phi_{\text{полн}}}{\sum \text{Н} \cdot 12}$$

$$\Phi_{\text{ср.мес.}} = \frac{12018159}{25 \cdot 12} = 40061 \text{ тг} \quad (5.2.14)$$

Результаты расчета заработной платы основных рабочих записаны в таблице 13.

Таблица 13

Заработная плата основных рабочих

Название специальности	Количество	Тарифный разряд	Тариф		Объем премий
			часовой	Дневной	
Старший оператор установки	3	6	249,6	1996,8	30
Оператор	7	5	213,2	1705,6	30
Оператор	6	3	142,61	1140,88	30
Машинист	6	5	213,2	1705,6	30
Машинист	3	4	170,3	1362,4	30
Итого:	25	-	-	-	-

### 5.3 Калькулирование себестоимости продукции

Себестоимость – это выраженная в денежной форме величина текущих затрат предприятия на производство продукции и ее сбыт. Данные используемые для расчета себестоимости продукции собраны в таблицах 14-16.

Таблица 14  
Расчет производственной программы

Название продукта и сырья	%	Годовой объем, т
Сырье:		
Мазут	100	1800000
Продукт:		
Дизельная фракция – легкий вакуумный дистиллят	3,45	62000
Вакуумный газойль – средний вакуумный дистиллят	44,22	796000
Гудрон	52,33	942000
Итого:	100	1800000

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{k \cdot H}{100} \quad (5.3.1)$$

где H – амортизационная норма, %

$$A = \frac{2966075 \cdot 10,5}{100} = 311437,875 \text{ тг}$$

Затраты на текущий ремонт:

$$Z_{\text{тр}} = Q \cdot H \quad (5.3.2)$$

где H – норма затрат на ремонт, %.

$$Z_{\text{тр}} = 1800 \cdot 0,10 = 180,0 \text{тг}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{\text{с.эк}} = A + Z_{\text{тр}} \quad (5.3.3)$$

$$Z_{\text{с.эк}} = 311437,875 + 180,0 = 295617,525 \text{тг}$$

Внутризаводская перекачка рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{ВП}} = Q \cdot C \quad (5.3.4)$$

где C – цена перекачки 1 тонны, тг.

$$Z_{\text{ВП}} = 1800 \cdot 1,1 = 1980 \text{ тг}$$

Таблица 15

Расчет стоимости сырья и энергии

Вид затрат	Утвержденная нормарасходов	Норма затрат	Ежегодные потери	Цена за единицу, тенге	Сумма полного объема, тг
Сырье, тыс.т	1800	1	1800	810	1458000
Пар, Гкал	1800	0,025	40	495	19800
Циркулирующая вода, тыс. м <sup>3</sup>	1800	0,2	322	360	115920
Эл.энергия, тыс. кВт/час	1800	0,5	805	263	211715
Жидкое топливо, тыс. т.	1800	0,25	403	2880	1160640
Итого:	-	-	-	-	2966075

Цеховые расходы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{рас}} = \frac{P_p \cdot H}{100} \quad (5.3.5)$$

где P<sub>p</sub> – прямые расходы, тг; H – норма затрат на цех, %.

$$C_{\text{рас}} = \frac{16148739,875 \cdot 9,1}{100} = 1469535,33 \text{ тг}$$

Общие заводские расходы определяются по формуле:

$$O_3 = \frac{P_p \cdot H_{O3}}{100} \quad (5.3.6)$$

где O<sub>3</sub> – объем общих заводских расходов, тг; H<sub>O3</sub> – норма общих заводских расходов, %.

$$O_3 = \frac{16148739,875 \cdot 15}{100} = 2422310,98 \text{ тг}$$

Определяем производственную себестоимость обработанной продукции, сложив все расходы:

$$C_{\text{прод}} = 16148739,875 + 1469535,33 + 2422310,98 + 211715 = 20252301 \text{ тг}$$

Стоимость попутной продукции:

$$\text{Гудрон: } 584 \cdot 1800 = 1051200 \text{ тг}$$

Вычитаем с общей суммы стоимость продукта:

$$20252301 - 1051200 = 19201101 \text{ тг}$$

Стоимость 1 тонны основного продукта:

$$C = \frac{Z_0}{Q_T} \quad .3.7)$$

где  $Z_0$  – полный расход вырабатываемого основного продукта, тыс. тг.

$$C = \frac{19201101}{1800} = 10667 \text{ тг}$$

Таблица 16  
Прямые затраты

Список расходов	Сумма, тенге
Топливо и энергетика	211715
Заработная плата	12018159
Социальное страхование	3605448
Содержание и эксплуатацию оборудования	311437,875
Внутризаводская перекачка	1980
Итого:	16148739,875

#### 5.4 Расчет основных технико-экономических показателей

Основными технико-экономическими показателями установки являются: производительность установки, капитальные затраты, объем товарной продукции, фондоотдачи, численность работающих, трудоемкость выработку на одного работающего, себестоимость единицы продукции, прибыль, рентабельность. Стоимость товарного продукта и технико-экономические показатели приведен в таблице 17 и 18.

Таблица 17  
Стоимость товарного продукта

Название продукта	Количество	Стоимость		Цена	
		1 т, тг	Всего, млн.тг.	1 т, тг	Всего, млн.тг.
Дизельная фракция – легкий вакуумный дистиллят	151917,3	10200	1546	13260	2014
Вакуумный газойль – средний вакуумный дистиллят	654549,3	9720	6362	12636	8270
Итого:	806466,6	-	7908	-	10284

Фондоотдача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{T_{\text{п}}}{K} \quad (5.4.1)$$

где  $T_{\text{п}}$  – Стоимость товарного продукта, тыс. тенге;  $K$  – цена ОПФ, тыс. тенге.

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{10284000}{23680000} = 4,3 \text{ тг}$$

Показатель трудоемкости:

$$T_{\text{р}} = \frac{\text{Норма} \cdot \text{время}}{\text{годовая производительность}} \quad (5.4.2)$$

$$T_{\text{р}} = \frac{245 \cdot 24}{3000000} = 0,00196 \text{ час/т}$$

Показатель производительности труда на одного работника:

$$П_{\text{р}} = \frac{T_{\text{р}}}{n} \quad (5.4.3)$$

где  $n$  – количество работников, чел.

$$П_{\text{р}} = \frac{10284000}{25} = 4113600$$

Прибыль определяется по следующей формуле:

$$П = Ц - С \quad (5.4.4)$$

$$П = 102840000 - 20252301 = 82587699 \text{ тыс. тг}$$

Рентабельность вычисляем по формуле:

$$P = \frac{\Pi}{C \cdot 100 \%} \quad (5.4.5)$$

$$P = \frac{82587699}{20252301} \cdot 100 \% = 40,7 \%$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{K}{\Pi} \quad (5.4.6)$$

$$T_{\text{окуп}} = \frac{23680000}{82587699} = 2,8 \text{ лет}$$

Таблица 18  
Технико-экономические показатели

Основные показатели, единицы измерения	Значение
Производительность установки, млн. т/год	3
Прямые затраты, млн. тг	16,13
Капитальные затраты, млн. тг	23,6
Полный фонд заработной платы, млн. тг	12,01
Количество работников, человек	25
Заработная плата по тарифу, млн. тг	8,429
Фондоотдача, тг	4,3
Себестоимость продукта, тыс. тг/т	10,2
Стоимость продукта, тыс. тг/т	13,26
Общая прибыль, млн. тг	82,5
Рентабельность, %	40,7
Срок окупаемости, год	2,8
Затраты на модернизацию, млрд. Тг	3,5

Проектируемой нами установке вакуумной перегонки мазута будут производиться два вида продукции: легкий вакуумный газойль (дизельная фракция) и средний вакуумный газойль. Полный фонд заработной платы составил 12,01 млн. тг, при котором среднемесячная заработная плата на одного рабочего 40061 тг. Прибыль от реализации продукции на проектируемой вакуумной установке составляет 82587699 тыс. тг. Рентабельность производства составила 40,7 %, при сроке окупаемости 2,8 лет.

Таким образом, предлагаемый нами проект установки вакуумной перегонки мазута с насадками плоскопараллельного типа, который позволяет повысить эффективность работы вакуумной колонны, что положительно повлияет на работу установки в целом.

## Заключение

В представленном дипломном проекте приведен анализ научно-технической литературы по методам первичной переботки нефти. Назначением проектного процесса является проектирование и расчет установки вакуумной перегонки мазута. На основе проведенного литературного анализа для вакуумной колонны предложены высокоэффективные современные контактные устройства насадочного типа, с целью улучшения четкости разделения мазута на топливные фракции.

Технологический раздел состоит из материального и теплового балансов процесса, а также произведен полный расчет конструктивных размеров установки.

В разделе автоматизации полностью описана система контроля и автоматизации технологического процесса ВТ, а также имеется характеристика контролируемых параметров, которые обеспечивают получения наиболее полной информации о технологическом процессе, о работе технологического оборудования.

В экономической части проекта показаны расчеты основных технико-экономических показателей, капитальных затрат, калькулирования себестоимости основной продукции. В следствии, можно сделать вывод, что работа установки считается рентабельным.

Совершенствование процесса вакуумной перегонки позволяет улучшить качество нефтепродуктов для соответствия европейским стандартам.

1. Учебное пособие «Совершенствование работы установок перегонки нефти» - Казань, КГТУ, 2008 – 120 с.
2. Ахметов, С. А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа: Учеб. пособие / С. А. Ахметов, М. Х. Ишмияров, А. П. Веревкин, Е. С. Докучаев, Ю. М. Малышев; Под ред. С. А. Ахметова // - М.: Химия, 2005.- 736 с
3. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
4. Ратовский, Ю.Ю. Основные тенденции развития технологии вакуумной перегонки мазута / Ю.Ю. Ратовский // Химия и технология топлив и масел. – 2010. – №4. – С. 26 – 28.
5. О.Ф. Глаголева, В.М. Капустин, Первичная переработка нефти // Первая часть. – М: Химия, КолосС, 2006. – 400с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
6. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М: Химия, 2001. – 568с.
7. Везиров, Р.Р. Глубоковакуумная перегонка мазута / Р.Р. Везиров // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2011. – №3. – С. 10 – 11.
8. Ратовский, Ю.Ю. Опыт реализации технологии глубоковакуумной перегонки мазута / Ю.Ю. Ратовский // Химия и технология топлив и масел. – 2006. – №6. – С. 10 – 12.
9. Установка для вакуумной перегонки нефтяного сырья: пат. 2243019 РФ, МПК7 В 01 D 3/10, С 10 Н 7/06/ Кокшаров В.А., Кокшаров П.А. – №2003133424/15; заявл. 17.11.03; опубл. 27.12.04 // Изобретения. – 2004.
10. Способ перегонки мазута: пат. 2263703 РФ, МПК7 С 10 G 7/06/ И.Р. Хайрудинов, Р.М. Загидуллин, В.Н. Деменков, Ф.М. Султанов, А.Ф. Исхаков – №2004113746/04; заявл. 05.05.04; опубл. 10.11.05 // Изобретения. – 2005.
11. Бондаренко, Б.И. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа / Б.И. Бондаренко. – Москва: РГУ, 2003. – 202 с.
12. Леонтьев В.С. Инновации в области разработки высокоинтенсивных массообменных устройств для модернизации ректификационных комплексов / В.С. Леонтьев // Нефтегазовое дело. – 2012. – №1. – С. 178 – 186.
13. Каминский Э. Ф., Хавкин В. А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты. – М.: Техника ООО ТУМА ГРУПП, 2001. – 384 с.
14. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и расчеты по технологии переработки нефти и газа. – Новополюк: Лань, 2016. – 256с.
15. Танатаров М.А., Ахметшина М.Н., Фасхутдинов Р.А. и др. Технологические расчёты установок переработки нефти. – М.: Химия, 1987. – 352 с.

16. Мухамедханов У. Т., Муминов Р. Р. Автоматизация регулирования основных параметров процессаректификационной колонны // Молодой ученый. – 2015. – № 7 – с. 180 – 182.
17. Шувалов В. В., Огаджанов Г. А., Голубятников В. А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. – 480 с.
18. Горячев В. П. Основы автоматизации производства в нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1987. – 128 с.
19. Закон Республики Казахстан «О безопасности и охране труда» от 15 мая 2007 года № 252 – III, Астана.
20. Политика в области качества, охраны труда и окружающей среды ТОО Атырауский нефтеперерабатывающий завод // Электронная версия на сайте [https://www.anpz.kz/ecology\\_and\\_safety](https://www.anpz.kz/ecology_and_safety).
21. Закон Республики Казахстан «О техническом регулировании» от 9 ноября 2004 года № 603 – II, Астана.
22. Требования к безопасности бензина, дизельного топлива и мазута. Технический регламент № 1372 – Астана; 29 декабря 2007 г. – 12 с.

**ОТЗЫВ**

**НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломный проект Ондашевой Айгерім Арманқызы

специальность 5В072100 – Химическая технология органических веществ

Тема: Проект установки вакуумной перегонки мазута

Повышение отбора и качества вакуумных дистиллятов, понижение капитальных и эксплуатационных затрат на процесс вакуумной перегонки мазута представляет основное направление развития вакуумных блоков установок ЭЛОУ - АВТ казахстанских НПЗ.

Выполненный Ондашевой А. дипломный проект посвящен совершенствованию блока вакуумной перегонки мазута комбинированной установки ЭЛОУ-АВТ. В этой связи на основании проведенного ею литературно-патентного поиска в работе предлагается установить в вакуумной колонне высокоэффективные насадки плоскопараллельного типа, обладающие низким гидравлическим сопротивлением — в пределах до 1-2 мм рт. ст. (130-260 Па) на 1 теоретическую тарелку. Проведенные теоретические исследования и расчеты показали, что такого рода техническое решение позволит существенно увеличить глубину отбора и качество получаемых вакуумных дистиллятов.

Высокие теоретические знания, умение применить их на практике, понимание технологических особенностей процесса, чему способствовала преддипломная практика, а также ответственное отношение к работе позволили Ондашевой Айгерім выполнить дипломный проект, отличающийся технической новизной, грамотно исполненной технологической частью, что в итоге дает эффективные технико-экономические показатели проектируемого производства. По объему и существу проделанной работы считаю, что дипломный проект Ондашевой Айгерім достоин высокой оценки.

**Научный руководитель**  
д.х.н., ассоц.профессор



Селенова Б.С.

«15» мая 2019 г.

## Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	Проект установки вакуумной перегонки мазута
Автор:	Оңдашева Айгерім Арманқызы
Координатор:	Багадат Селенова
Дата отчета:	2019-05-12 13:49:52
Коэффициент подобия № 1:	3,5%
Коэффициент подобия № 2:	1,1%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	7 087
Число знаков:	51 925
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	14



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно. Количество выделенных слов 2857



Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные



Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks



Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных



Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных



Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

### Детали отчета подобия

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены красным цветом.

Фрагменты, найденные в интернете отмечены в зеленый .

Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном .

### Введение

В связи с увеличением количества добычи и переработки тяжелых нефтей, возрастает актуальность усиления производственных мощностей разделения мазута - продукта атмосферной ректификации нефти. Вкусовые дистилляты используют для производства высокооктанового бензина или дизельного топлива, газовых и смазочных масел и других нефтепродуктов. Работы по установке оцениваются двумя показателями: отбором фракций от потенциального содержания их в нефти (глубина извлечения) и качеством получаемых

