

## ПОЛУЧЕНИЕ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ НА УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В РАЙОНАХ ЕГО ДОБЫЧИ

**Произведен краткий анализ потребления в Оренбургской области моторных топлив и предложен вариант их производства с помощью малотоннажных малогабаритных установок для переработки углеводородного сырья.**

Оренбургская область обладает значительными запасами нефти и газового конденсата, сосредоточенными в северо-западных и центральных районах. Нефтепроводами, железнодорожным и автомобильным транспортом сырье поступает на крупные нефтеперерабатывающие предприятия нефтяной компании. С этих предприятий готовая продукция железнодорожным и автомобильным транспортом доставляется многочисленным потребителям, начиная от хранилищ и складов ГСМ крупных промышленных предприятий, агрокомплексов, энергопроизводящих объектов (электростанций, котельных и т.п.) и кончая автозаправочными станциями. Большая территория области при слабой развитости сети железных дорог, огромные объемы работ в агропромышленном комплексе определяют превалирующее значение автотракторного парка в потреблении горючесмазочных материалов и большие объемы последних.

Согласно статистическим данным промышленно-производственный персонал предприятий области составляет около 195 тысяч человек, причем свыше 30 тысяч в нефтепереработке и нефтехимии. Объем продукции всей промышленности за 1999 год составил около 41000 млн. рублей, причем доля топливной, химической и нефтехимической составила примерно 45%. Рост объемов по сравнению с 1998 годом составил в топливной промышленности 7,5%, а в химической и нефтехимической – 17,1%. В 1999 году было добыто нефти и газового конденсата 8938 тысяч тонн. Готовой продукции потреблено автотранспортом предприятий и организаций: автомобильного бензина – 217,5 тысяч тонн, дизельного топлива 448,5 тысяч тонн, в общем – около 670 тысяч тонн. Железнодорожные пути с тепловозной тягой в общей эксплуатационной длине дорог составляют 62,7% при общей протяженности 1650 км. Здесь также существенны объемы потребляемого дизельного топлива. В силу этого в области используются не только свои, но и ввозимые из прилегающих районов (Самарской области и Рес-

публики Башкортостан) горючесмазочные материалы.

Помимо крупных нефте- и газоперерабатывающих заводов в области имеется несколько небольших нефтеперерабатывающих мини-заводов (установок), размещенных в непосредственной близости от действующих нефтяных скважин. Отсутствие статистических данных об их количестве и производительности не позволяет оценить фактическую долю малых перерабатывающих установок в общем объеме производства топлив на настоящий момент, но, учитывая, что производительность каждой из них не превышает 15 тысяч тонн в год, прогнозная доля составляет от 25 до 75 тысяч тонн, то есть в пределах 5-7% годовой потребности области. В России подобные проекты разрабатываются в Республике Башкортостан (Уфимский государственный нефтяной университет), в Ставропольском крае (Северо-Кавказский НИПИ природных газов), в городе Новосибирске (НПО «ЛИНАС») и др. Используются разнообразные технологические схемы, ориентированные на использование местных сырьевых ресурсов и получение продуктов различного фракционного состава. Равномерный и постоянный спрос на нефтепродукты как в промышленно развитой зоне, так и в сельских районах области позволяют определить сегмент рынка готовой продукции таких производств – в местах добычи сырья, удаленных от промышленных центров и крупных нефтеперерабатывающих комплексов, труднодоступных, не имеющих развитой железнодорожной сети и автодорог с твердым покрытием. Реализация подобных проектов в различных регионах России подтверждает тенденцию приближения производства нефтепродуктов к непосредственному потребителю. При этом создание малых производств, позволяющих существенно проще, чем на крупных комплексах, проводить научные исследования и реализовывать принципиально новые технологические процессы переработки и снижать себестоимость продукции за счет уменьшения транспортных издержек и из-

держек на содержание административно-управленческого персонала, делают проект выгодным для производителя и потребителя продукции. Практически вдвое сокращается доля транспортных расходов в себестоимости готовой продукции, уменьшается время доставки ее к потребителю, снижается влияние погодных и дорожных условий на снабжение потребителей отдаленных районов области в осенне-зимний период (доставка преимущественно автомобильным транспортом). В определенной мере строительство мини-заводов снижает долю безработицы за счет создания новых рабочих мест (одна установка – 10-15 единиц персонала) в сельских районах и в городе за счет использования потенциала промышленных предприятий при организации производства, монтажа и ремонта технологических установок мини-заводов.

Таким образом задача организации производства нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива, топочного мазута) с помощью малотоннажных установок по переработке нефти с использованием местного сырья (нефти и газового конденсата), совершенствование технологии и технологических агрегатов фракционирующих установок с целью создания более совершенных образцов, снижения себестоимости продукции и решения социально-экономических проблем Оренбургской области несомненно актуальна.

Нами предлагается один из вариантов научно-производственного участка по переработке нефти и газового конденсата с малотоннажной мини-установкой производительностью 10 тысяч тонн в год (по сырью) на базе УНПК ОГУ. Участок, помимо малотоннажной установки, оснащен технологическими емкостями, насосной станцией, имеет склады приема и хранения сырья и готовой продукции, приемно-отпускные сооружения, подъездные железнодорожные пути и проезды для автотранспорта. Объект подконтролен органам Госгортехнадзора и спроектирован с соблюдением требований к взрыво-пожароопасным объектам, санитарно-гигиенических норм и норм экологической безопасности. Управление участком, содержание и эксплуатация технологического оборудования осуществляются специально подготовленным персоналом.

Собственно опытно-промышленная установка состоит из блоков: технологических емкостей для хранения очищенного сырья и промежуточных продуктов технологического процесса перегонки сырья; насосных агрегатов для перекачки сырья, промежуточных и товарных нефтепродуктов по технологическим трубопроводам; атмосферной перегонки под-

готовленного сырья, включающего нагревательную печь, разделительную колонну, холодильники, теплообменники, запорную арматуру и контрольно-измерительные приборы; емкостей для хранения и отпуска готовых нефтепродуктов потребителю; обслуживания и дистанционного управления (лабораторно-производственный корпус с производственными и бытовыми помещениями). При работе установки в условиях низких температур (менее 5<sup>0</sup>С) при повышении вязкости исходного сырья для нагрева может использоваться пар от дополнительного блока – парогенераторной установки.

Основным технологическим оборудованием является компактная (с габаритами 6000 x 4000 мм и массой около 6000 кг) универсальная мини-установка для переработки углеводородного сырья (нефти либо газового конденсата). Установка нестандартная, является оригинальной разработкой.

Стоимость изготовления и испытания установки, дополнительного ее оснащения сырьевыми, технологическими и продуктовыми емкостями, трубопроводами, насосами, приемными и раздаточными устройствами, контрольно-регулирующей аппаратурой и устройствами безопасности, строительномонтажных работ по обустройству участка с обеспечением водо-, паро-, теплоснабжения и подготовкой лабораторно-производственной базы, расходами на ведомственные экспертизы составляет в общей сложности около 10 млн. рублей.

Обеспечение экологической и технической безопасности осуществляется за счет конструктивно-го исполнения технологического оборудования и реализации безотходной технологии. Все операции с сырьем и готовыми нефтепродуктами проводятся в замкнутом цикле транспортировки в герметичных технологических цепях, включающих емкости, исполнительные агрегаты и трубопроводы. Отсутствие утечек обеспечивается соблюдением правил монтажа и эксплуатации сосудов и резервуаров с жидкими легкоиспаряющимися средами.

Загрязняющие выбросы в атмосферу определяются выходом продуктов сгорания дизельного топлива горелки печи через дымовую трубу печи и продуктами испарения сырья и нефтепродуктов при повышении давления в емкостях от их нагревания через дыхательные клапаны. Вышеуказанные загрязнения, по причине малой производительности участка, не превышают допустимых норм ПДВ и не увеличивают фоновых уровней в районе расположения участка переработки углеводородного сырья.

Техническая безопасность проекта обеспечена также рациональным размещением технологи-

ческих агрегатов, подъездных путей, места расположения помещения обслуживающего персонала, наличием оборудованных рабочих мест с удобным расположением контрольно-регулирующей аппаратуры с дистанционным управлением технологическим процессом.

Достоинства конструкции: универсальность (возможность переработки нефти и газового конденсата); малые габариты и масса, обеспечивающие высокую транспортабельность (доставка к месту монтажа автотранспортом); малая металлоемкость и простота конструкции, допускающие изготовление на не специализированных машиностроительных предприятиях; использование не дефицитных комплектующих узлов; простота монтажа и эксплуатации, малая экологическая нагрузка на окружающую среду. Технический уровень принятой технологии переработки жидких углеводородсодержащих многокомпонентных сред и качество получаемой продукции соответствуют отечественным аналогам, применяемым в схемах неглубокой переработки малосернистых нефтей и конденсатов с получением товарных нефтепродуктов и остатков (мазута) заданного качества. Все перечисленное определяет предпочтительность проекта по отношению к известным и используемым в настоящее время на территории области решениям.

В качестве примера при переработке малосернистой нефти Донецко-Сыртинского месторождения предусматривается получение:

– бензиновых фракций с концом кипения 130-140<sup>0</sup>С, исходя из возможного использования их как растворителя парафиновых отложений и как компонента автомобильного бензина А-76, а также с учетом обеспечения требуемой температуры вспышки дизельных фракций (не ниже 35 и 40<sup>0</sup>С). Фракции, выкипающие в пределах (28-180)<sup>0</sup>С состоят в основном из парафиново-нафтеновых углеводородов и имеют низкое октановое число (44-55 пунктов по моторному методу). В соответствии с этим (кроме использования в качестве растворителей парафинов) фракции (28-140)<sup>0</sup>С могут быть использованы в качестве компонентов автомобильного бензина, например, для увеличения объема бензина А-76 при их смешивании с бензином АИ-93 (либо другим высокооктановым компонентом – АИ-95, алкилбензин, риформат и др.) в требуемой пропорции. Для повышения детонационной стойкости прямогонного бензина возможно использование эффективного антидетонатора – циклопента-диенилмарганецтрикарбонила, который не является ядовитым в отличие от тетраэтилсвинца и не

загрязняет воздух в составе выхлопных газов автомобилей. Допускается использование метанола либо кубовых остатков спирта;

– керосиногазойлевых фракций (растворителей) с концом кипения не выше 360<sup>0</sup>С, исходя из возможного их использования как дизельного топлива зимнего или летнего с содержанием серы не более 0,5% масс. Керосиногазойлевая фракция (130 – 320)<sup>0</sup>С должна отвечать требованиям ГОСТ 305-82 на дизельное топливо зимнее, фракция (140 – 360)<sup>0</sup>С – на дизельное топливо летнее. Результаты исследований показывают, что фракции (130-240)<sup>0</sup>С могут использоваться в качестве базовых при производстве топлив для реактивных двигателей, а фракция (150-280)<sup>0</sup>С – для производства осветительного керосина марок КО-20, КО-22 и КО-25;

– остатка перегонки – фракций с температурой конца кипения более (320 – 360)<sup>0</sup>С (должны отвечать требованиям ГОСТ 10585-75 на топочные мазуты марки 100). Остатки-фракции, выкипающие выше (350-400)<sup>0</sup>С, имеют высокую температуру застывания (27-35<sup>0</sup>С). По основным показателям эти остатки отвечают требованиям ГОСТ 10585 на топочные мазуты марки М-100 из высокопарафинистых нефтей.

Нефти и конденсаты оренбургских месторождений являются углеводородным сырьем с высоким содержанием светлых фракций. Переработку их целесообразно осуществлять по топливно-нефтехимической схеме, которая предусматривает несколько вариантов: 1) «Бензин – авиакеросин – компонент дизельного топлива»; 2) «Бензин – авиакеросин – дизельное летнее топливо»; 3) «Бензин – дизельное зимнее топливо – компонент дизельного летнего топлива»; 4) «Бензин – дизельное летнее топливо»; 5) «Бензин – дизельное зимнее топливо»; 6) «Бензин – уайт-спирит – дизельное летнее топливо».

Наиболее предпочтительными являются варианты 4 и 5 с получением: бензиновой фракции с концом кипения 140<sup>0</sup>С с содержанием серы не более 0,1% масс.; фракций 140-320<sup>0</sup>С и 140-360<sup>0</sup>С с содержанием серы не более 0,5% масс. с использованием их соответственно как дизельного зимнего и летнего топлив; фракций, выкипающих выше 320-350<sup>0</sup>С с использованием их в качестве топочного мазута марки М-100.

Характеристика бензиновых фракций, керосиногазойлевых фракций и остатков, получаемых при перегонке нефти, приведены в таблице 1.

Технологический процесс получения целевых продуктов на установке поясняется ее блок-схемой, приведенной на рис. 1, Принципиальная техноло-

гическая схема опытно-промышленной установки приведена на рис. 2. Работа осуществляется в двух режимах (рис. 1), причем в обоих происходит:

- 1) Нагрев сырья до заданной температуры в технологической печи для разогрева сырья;
- 2) Разделение сырья на легкие и тяжелые фракции в разделительной испарительной колонне;
- 3) Передача теплоты от легких и тяжелых фракций сырью в теплообменниках;
- 4) Полная конденсация паров легких фракций в холодильниках.

С использованием обозначений на рисунках 1 и 2 можно пояснить основные этапы технологического процесса.

Отсепарированное и дегазированное сырье из сырьевой емкости Е-01 (в режиме 1) либо из технологической емкости Е-04 (в режиме 2) насосом Н-1 подается по трубопроводу на установку, пройдя счетчик сырья FE. Для определения качества сырья имеется пробоотборное устройство PE-1. Регулирование расхода сырья осуществляется задвижкой на линии подачи сырья.

На установке сырье проходит по трубам теплообменников Т-01, Т-02 и межтрубному пространству теплообменника Т-03, где подогревается за счет теплообмена с легкими и тяжелыми фракциями, идущими из колонны К-1.

После теплообменника Т-03 сырье поступает на вход печи П-1, где его температура повышается до (130-360)<sup>0</sup>С в зависимости от режима работы установки. Для определения температуры дымовых газов в конвекционной части печи имеется термомпара. На входе и на выходе печи установлены термомпара и манометр для контроля температуры и давления сырья. После нагрева в печи П-1 сырье поступает в колонну К-1, где происходит разделение парогазовой смеси на легкую и тяжелую фракции. При попадании разогретого сырья в колонну К-1 легкие фракции испаряются и поднимаются в верхнюю часть колонны. Из верха колонны К-1 в режиме 1 пары проходят через теплообменник Т-01, аэрохолодильник Х-01 (для бензиновых фракций) и в режиме 2 через теплообменник Т-02, аэрохолодильник Х-02 (для дизельных фракций), затем насосами Н-2 либо Н-3 откачиваются в емкости Е-02 (бензин) либо Е-03 (дизтопливо).

Для контроля температуры и давления легких фракций в верхней части колонны К-1 установлены термомпара и манометр, для контроля температуры тяжелых фракций в нижней части – термомпара. Помимо печи П-1 и колонны К-1 измерение давления производится в трубопроводе перед теплообменником Т-03, а температуры – в продуктопроводах после каждого холодильника Х-01, Х-02 и Х-03.

Таблица 1. Характеристика фракций и остатков нефти, получаемых на опытно-промышленной установке.

Наименование показателей	Фракция-бензин 28-130 (140) °С	Фракция ДТ зимнее 130-320 °С	Фракция ДТ летнее 140-360 °С	Фракция выше 320 °С -мазут	Фракция выше 360 °С- мазут
1.Плотность при 20 °С, кг / м <sup>3</sup>	697,4	814,5	826,2	927,6	940,5
2.Содержание, % масс.:					
– серы общей	0,09	0,45	0,50	1,37	1,49
– серы меркаптановой	0,0004	0,0006	0,0008	-	-
– сероводорода	нет	нет	нет	-	-
– нафтеновых углеводородов	25	-	-	-	-
3.Кислотность, мгКОН/дм <sup>3</sup>	2,0	3,8	4,6	-	-
4.Октановое число по моторному методу	55	-	-	-	-
5. Кинематическая вязкость:					
– при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	-	2,3	3,2	-	-
6.Температура, °С:					200
– вспышки	-	53	56	180	-
– помутнения	-	-28	-15	-	-
– застывания	-	-38	-25	-	-
8.Дизельный индекс	-	60	59	-	5,2
9.Условная вязкость при 80 °С	-	-	-	4,5	6,9
10.Коксуемость, %	-	0,06 <sup>1)</sup>	0,08 <sup>1)</sup>	5,5	-
11.Фракционный состав по ГОСТ 2177-82 при °С:					
– начало кипения	36	125	132	-	-
– 10% перегонки	54	150	160	-	-
– 50% перегонки	120	227	249	-	-
– 96% перегонки	-	336	359	-	-
– 98% перегонки	160	-	-	-	-

Примечание: 1) для 10%-ного остатка

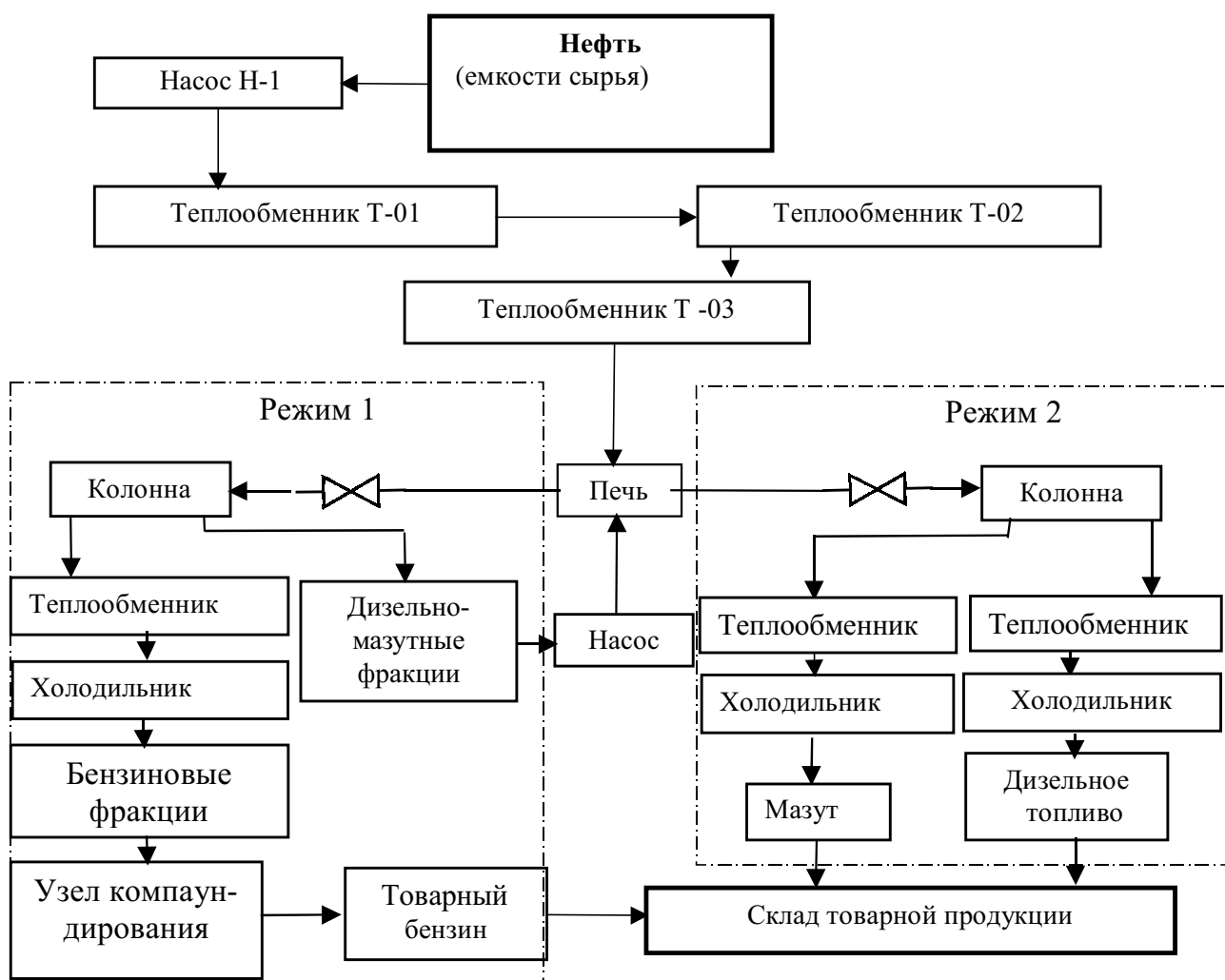


Рис. 1. Блок-схема установки и технологических режимов.

На линии откачки нефтепродуктов в емкости Е-02, Е-03, Е-04 и Е-05 установлены пробоотборные устройства РЕ-2, РЕ-3 и РЕ-4.

Дизельно-мазутная смесь в режиме 1 и остаток (мазут) в режиме 2 с низа колонны К-1 откачиваются насосом Н-4 через теплообменник Т-03 и аэрохолодильник Х-03 в емкости Е-04 (технологическая емкость для дизельно-мазутной смеси) либо Е-05 (для мазута). Температура продукта после холодильника Х-03 замеряется и не должна превышать 45°C.

Дизельное топливо на форсунку печи П-1 подается из емкости Е-03 насосом Н-5. Все емкости установки и колонна К-1 имеют уровнемеры LG и предохранительные клапаны, через которые пары при избыточном давлении сбрасываются в атмосферу. Ведение технологического процесса должно исключать возникновение пожаро- и взрывоопасных ситуаций.

Основные характеристики установки приведены в таблице 2, а данные материального баланса при переработке нефти в технологическом процессе – в таблице 3.

Следует заметить, что более предпочтительной является переработка газового конденсата, обеспечивающего выход моторных топлив до 95% (по нефти – 50...60%).

При выборе материального исполнения оборудования и трубопроводов для безаварийной и надежной их работы учтены рекомендации источников, приведенных ниже, результаты многолетних исследований лаборатории «Надежность» АНО «Технопарк ОГУ» и опыт противокоррозионной защиты технологического оборудования на установках по переработке углеводородного сырья.

Основные параметры контроля и управления технологическим процессом:

Таблица 2. Техническая характеристика установки.

Рабочая среда (сырье)	Нефть, конденсат, дизельно-мазутная смесь
Производительность установки, м <sup>3</sup> /час	2,0
Расход топлива на нагрев сырья, м <sup>3</sup> / час	0,02
Мощность установленных электроприемников, кВА	40
Характеристика сети (напряжение- частота, В -Гц)	380В-50
Рекомендуемые габаритные размеры площадки с учетом товарного парка, м: длина x ширина	60 x 40
Масса установки (блок перегонки), кг, не более	6000

Таблица 3. Материальный баланс блока перегонки по нефти.

Продукт	% масс.	Выход, т*
Получено нефти	100,00	10000,0
Выход:		
-бензиновая фракция до 140 °С	17,68	1768,0
-фракции дизтоплив до 350 °С	37,61	3761,0
-остаток выше 350 °С	44,11	4411,0
-потери	0,60	60,0
Итого	100,00	10000,0

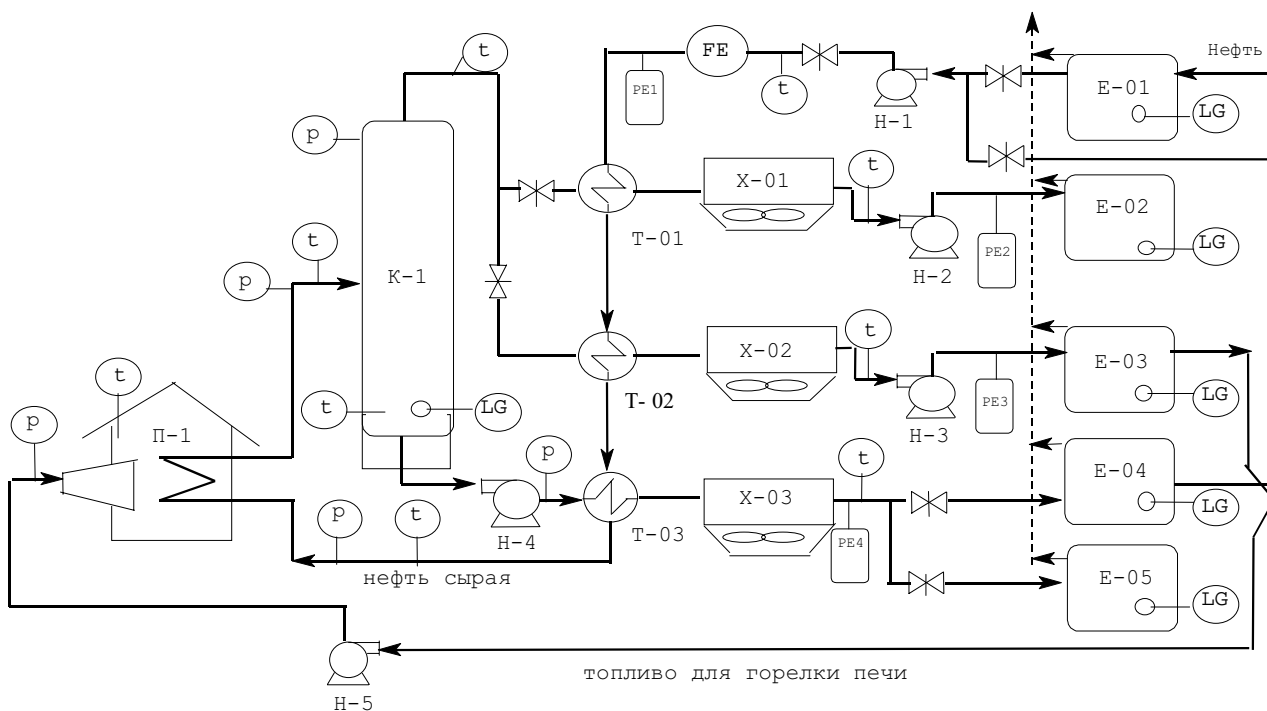


Рис.1. Принципиальная технологическая схема опытно-промышленной установки.

- расход сырья, готовой продукции, печного топлива;
- температура и давление в технологических агрегатах;
- уровни жидких фаз в агрегатах и емкостях.

Опытно-промышленная установка обеспечена системой сигнализации и автоматики для дистанционной и местной остановки как установки в целом, так и отдельных ее узлов.

### Выводы

Реализация предлагаемого проекта, направленная на совершенствование существующих и разработку новых технологий и агрегатов для переработки углеводородсодержащего сырья с целью организации серийного производства универсальных мини-установок малотоннажной переработки нефти и газового конденсата в районах добычи позволит удовлетворить до 30% потребностей сель-

ских районов области и уменьшить затраты на производство нефтепродуктов на 5-10%.

Создание участка переработки углеводородного сырья на базе межкафедральной лаборатории природоресурсных технологий учебно-научно-производственного комплекса ОГУ при относительно небольших капитальных вложениях в объеме до 10 млн. рублей при сроке окупаемости в пределах двух лет является экономически выгодной. При этом появляется возможность получения моторного и печного топлива для собственных нужд транспортного парка университета и действующая материальная база для обеспечения учебного и научного процессов нефтегазохимических специальностей в плане подготовки кадров для бюджетобразующих отраслей области и региона.

Первоочередной задачей при использовании установки является осуществление исследований для определения оптимальных режимов переработки нефти и газовых конденсатов оренбургских месторождений с целью получения высококачественных моторных топлив.

### Список использованной литературы:

1. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа / Под редакцией Бондаренко Б. И.: Химия, 1983. - 128 с.
2. Рудин М.Г., Драбкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. - Л.: Химия, 1980. - 308с.
3. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряков П.А. и др.; Под ред.Е.Н.Судакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1979. - 568 с., ил.
4. Гуревич Г.Р., Брусиловский А.И. Справочное пособие по расчету фазового состояния и свойств газоконденсатных смесей. – М.: Недра, 1984.
5. Мокрый Л.В. и др. Охрана окружающей среды в нефтеперерабатывающей и химической промышленности. – Львов: ЛГУ, 1989. – 160 с.
6. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств ПБ 09-170-97. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 22.12.97 г. № 52.