

**ГРУППА КОМПАНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ОБОРУДОВАНИЯ АЗС, АГЗС И НЕФТЕБАЗ**



ОБУСТРОЙСТВО СКЛАДОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ



АО «Промприбор» в течение 60 лет разрабатывает, производит и поставляет оборудование для нефтебаз и складов хранения нефтепродуктов. Мы изучили передовой зарубежный опыт построения нефтебаз и складов хранения крупных компаний США и Европы в части оборудования и организации технологии приёмки и отгрузки продукта. В настоящее время мы производим все необходимое оборудование для выполнения этих операций. Электронасосы, установки слива, наливные рукава, Ж/Д эстакады, запорную арматуру.

При монтаже и запуске в работу оборудования на объектах Росрезерва мы встретились с массой проектных ошибок:

- 1) Все объекты хранения имеют одинаковую структуру и одинаковые технологии приемки и хранения. Соответственно для них необходимо иметь типовые проекты в части технологических операций и применение оборудования одного типа на всех объектах с целью централизованного контроля за закупкой запасных частей и самого оборудования.
- 2) Разработанные и осуществленные проекты ничем не отличаются от ранее эксплуатируемых. Все старые проблемы перешли в новые проекты и реконструированные объекты.
- 3) Организации-разработчики не имеют достаточной компетентности и закладывают в проекты самое разное оборудование, причем даже импортное, запасные части на которое будет сложно достать. Например, проектом на комбинат «Кристалл» были заложены немецкие электронасосы с магнитной муфтой фирмы «Sihl@Pumps» тип CBED 125250C04ALIE3F068 в количестве 10 шт. Совершенно необоснованно применение такого типа насоса, т.к. время работы его менее 1% в течение года. Там могли бы быть обычные электронасосы с двумя торцевыми уплотнениями, которые в оперативном порядке мы изготовили и поставили.
- 4) Встречались неприемлемые схемы монтажа электронасосов на комбинате «Октябрьский», где подводящие трубы располагались перпендикулярно осям компенсаторов, в результате чего происходила поломка и компенсаторов и опор насоса из-за воздействия факторов температуры и внутреннего давления.
- 5) При использовании централизованной насосной станции, которая обслуживает резервуарный парк и сливо-наливную эстакаду, трубы, соединяющие при приемке и отгрузке, становятся всасывающими или напорными соответственно. Для бескавитационной работы насосов их применяют с условным диаметром 250*300мм. Что не всегда обеспечивает бескавитационную работу.

- 6) Непонятна действующая инструкция об откачке трубопроводов, которые в незаполненном состоянии съедает коррозия внутри, т.к. снаружи трубы защищены лакокрасочным покрытием. Трубы, как и резервуары, можно пломбировать и делать визуальный разрыв при хранении непосредственно перед насосом или устанавливать клапаны с контролем герметичности дистанционно непрерывно путем фиксации событий в информационной сети.
- 7) Основным недостатком существующей компоновки является неустойчивая работа централизованной насосной станции по причине большой протяженности трубопроводов от резервуара до входа с насос, а также от насосной до ж.д.эстакады, которые являются всасывающими или напорными в зависимости от операции приемки или отгрузки.

Условия устойчивой (бескавитационной) работы насоса на входе должны удовлетворять неравенству:

$$A + H > \Delta_{\text{ТР}} + P_{\text{НП}} + \text{NPSN}, \text{ где}$$

A - атмосферное давление -100 кПа;

H - высота взлива продукта в резервуарах, при взливе $0 \div 10$ м величина напора для бензина составит:

$$P = \rho \cdot g \cdot h = 720 \cdot 9,8 \cdot 10 = 70560 \text{ Па} = 70,5 \text{ кПа};$$

$\Delta_{\text{ТР}}$ - величина сопротивления всасывающей линии трубопроводов перед насосом при перекачке бензина для длины линии $200 \div 500$ м, условном диаметре 300 мм, скорости потока 1,5 м/с составит:

$$\Delta_{\text{ТР}} = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} [\text{М}], \text{ где}$$

$$\lambda = 0,0147 + 1,7 R_e^{-0,5} = 0,0173 \text{ при } R_e = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{1,5 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 10^{-6}} = 40900$$

$\Delta_{\text{ТР}} = 0,0173 \cdot \frac{200 \div 500}{0,3} \cdot \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8} = 1,32 \div 3,32 \text{ м}$, что при переводе в систему СИ составит 9,3+23,4 кПа;

$P_{\text{НП}}$ - давление насыщенных паров продукта (зависит от температуры), в летнее время для бензина по Рейду может быть от 45,0 до 90 кПа;

NPSN - кавитационная характеристика насоса в соответствующих единицах 3+5 м или в системных единицах 21+35 кПа.

В итоге:

- 1) при высоте взлива в резервуаре 10 м, длине трубопровода 200 м и кавитационной характеристике насоса 21 кПа и давлении насыщенных паров 45,0 кПа, неравенство выглядит так:

$$100 + 70,5 > 9,3 + 45 + 21$$

$$170,5 > 75,3 - \text{условие выполняется,}$$

- 2) при высоте взлива в резервуаре 5 м, длине трубопровода 500 м и кавитационной характеристике насоса 35 кПа и давлении насыщенных паров 45,0 кПа, неравенство выглядит так:

$$100 + 35,2 < 23,4 + 90 + 35$$

$$135,2 > 148,4 - \text{условие выполняется,}$$

В реальности имеют место ещё более значительные величины (длины и диаметры труб, кавитационные характеристики насосов), из-за чего имеет место неустойчивая работа электронасосов, и в некоторых случаях подача продукта останавливается. Для обеспечения подачи применяют вакуумные насосы для заполнения трубопроводов.

- 8) Отсутствует возможность учета продукта при приемке, выдаче и определения баланса движения продукта.
- 9) Вследствие применения большого количества арматуры с ручным управлением требуется много времени и персонала для эксплуатации складов.
- 10) Реконструкция объектов по традиционной технологии требует больших финансовых затрат и времени.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Оборудование и назначение

Существующие гидравлические схемы продуктопроводов складов построены на основе применения централизованной насосной станции, состоящие из нескольких насосов по количеству переваливаемых продуктов. Соответственно каждый электронасос с системой трубопроводов и задвижек соединяется со сливной эстакадой и резервуарами. Как правило, длина всасывающих трубопроводов имеет большую протяжённость и соответственно большую величину гидравлического сопротивления. Скорость движения жидкости во всасывающих трубопроводах в силу их достаточно большой протяжённости должна быть менее 1 м/сек., а диаметры трубопроводов соответственно должны быть больше чем напорные.

При скачивании продукта из группы Ж/Д цистерн в силу разной величины гидравлических сопротивлений трубопроводов отдельные цистерны опорожняются раньше и через них происходит попадание воздуха в продукт. Это нарушает работу насоса и не позволяет производить объективный учёт количества принимаемого продукта.

Предлагаемая технология приёмки, учёта, хранения и отпуска продукта позволяет:

1. Полностью исключить завоздушивание трубопроводов.
2. Перевести все трубопроводы из категории всасывающих в напорные.
3. Производить объективный учёт продукта при приёмке и отпуске.
4. Снизить стоимость строительства и оборудования складов хранения.
5. Уменьшить эксплуатационные расходы за счёт экономии электроэнергии, полной автоматизации процессов и контроля.
6. Использование при строительстве и модернизации объектов изделий: **УПН, УПВН, АСН** заводской готовности в несколько раз сокращает сроки и стоимость строительства.
7. При компоновке и монтаже гидравлической схемы трубопроводов не требуется производить заказ запорной арматуры.

Все необходимые запорные и переключающие потоки устройства входят в комплект выше указанных узлов в смонтированном и испытанном состоянии. Необходимо заказывать, при необходимости, только задвижки устанавливаемые непосредственно у резервуаров. Данные задвижки с электроприводами и системами дистанционного управления могут быть поставлены изготовителем изделий УПН, УПВН и АСН по заказу потребителя.

Все клапаны, входящие в состав УПН, УПВН, АСН являются нормально закрытыми. Открытие производится только при подаче питания. При снятии питания они автоматически закрываются. Это повышает безопасность эксплуатации.

Гидравлическая система объекта, для каждой группы близких по составу продуктов, состоит из продуктопроводов соединённых с объектами приёма, учёта и хранения, и включает в себя следующие установки и узлы:

- Установки слива и перекачки УПН;
- Узлы учёта УПВН;
- Установки налива автоцистерн АСН;
- Установки слива и перекачки УПН
- Установки слива и перекачки УПН
- Гидростатический измеритель массы или измеритель уровня.

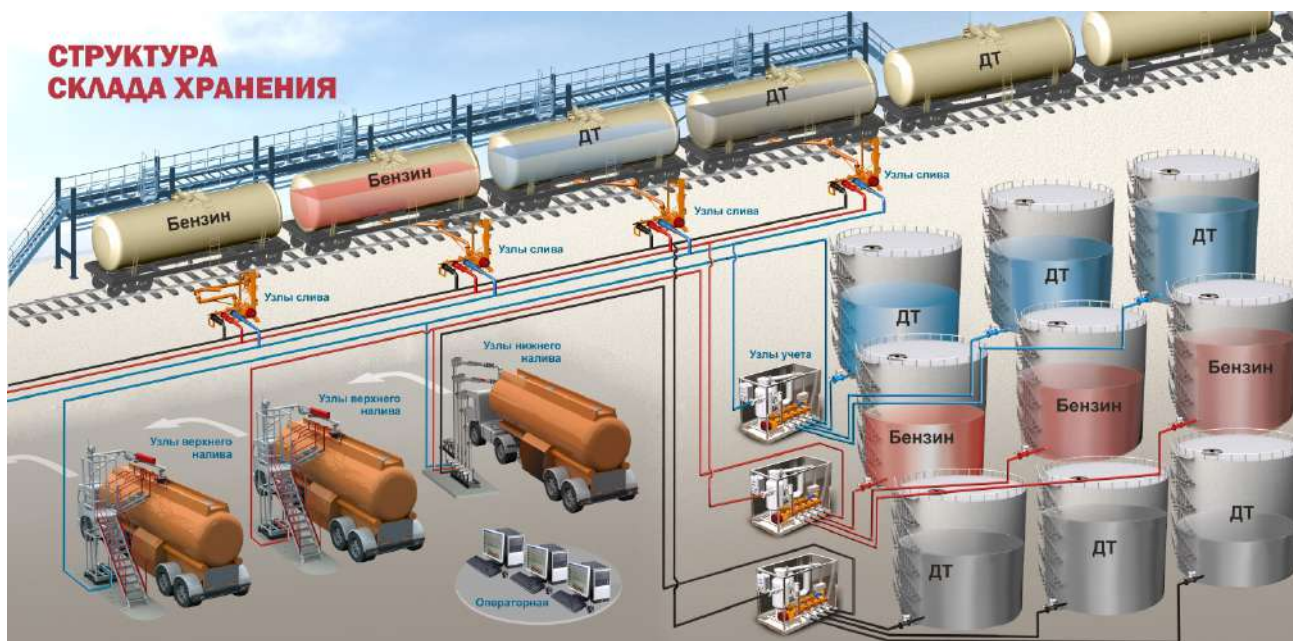


Рис. 1

2. Установки слива и перекачки УПН

Установки слива и перекачки УПН устанавливаются на сливной эстакаде для слива каждой Ж/Д цистерны и при помощи собственных манифольдов подключаются к разным коллекторам сбора продукта и подачи его на соответствующие узлы учёта, которые соединены с соответствующей группой резервуаров конкретного продукта. Трубопроводы от манифольдов установок слива и перекачки до соответствующих узлов учёта и резервуаров являются напорными трубопроводами и должны быть всегда заполнены продуктом. Возможен вариант их опорожнения согласно инструкции. Подключение и запуск установок УПН к Ж/Д цистерне производится последовательно одна за другой в любой очередности, при этом на переключателе установки открывается клапан соответствующего продукта

и включается электронасос. Продукт поступает на узел учёта данного продукта, измеряется его количество (в единицах массы и объёма) и он направляется в резервуар. Контроль за действиями оператора УПН осуществляется централизованно из операторной по срабатыванию датчиков заземления, переключателя потока (проверяется правильность подключения УПН к коллектору соответствующего продукта) после чего даётся разрешение на запуск электронасоса. Возможна приёмка и измерение продукта как из отдельной Ж/Д цистерны так и от группы цистерн.

Установки слива и перекачки УПН

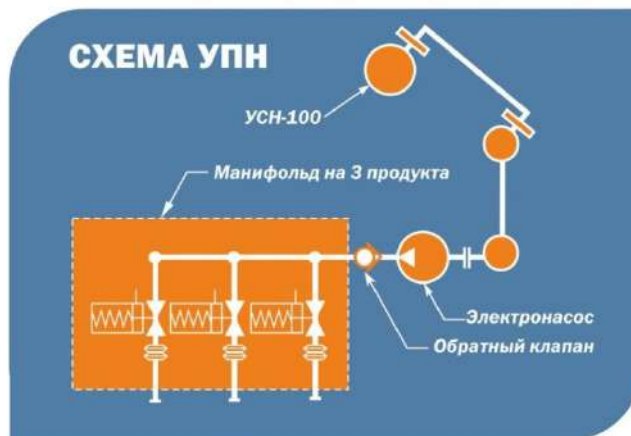


Рис. 2

Примечание. Возможна поставка установок УПН с манифольдом в состав которого вместо автоматических клапанов входят шаровые краны $du=80\text{мм}$ с ручным управлением с целью удешевления.



Рис. 3 – Стыковка установки УПН с Ж/Д цистерной

3. "Узел учёта приёма хранения и выдачи нефтепродуктов" УПВН

3.1 Назначение изделия

3.1.1 Узел учёта УПВН устанавливается на трубопроводах перекачки одной марки нефтепродуктов и соединяет в единую систему: установки перекачки от Ж/Д цистерн типа УПН, резервуары хранения и установки налива Ж/Д цистерн и автоцистерн типов Ж/Д-АСН и Авто-АСН.

3.1.2 Узел учёта УПВН предназначен для учёта количества продукта в единицах массы или объема при приёмке, хранении, выдачи и перекачке продукта из одного резервуара в другой, а также для контроля за состоянием герметичности резервуара и соединительных трубопроводов.

Узел учёта УПВН



Рис. 4

Клапан КО

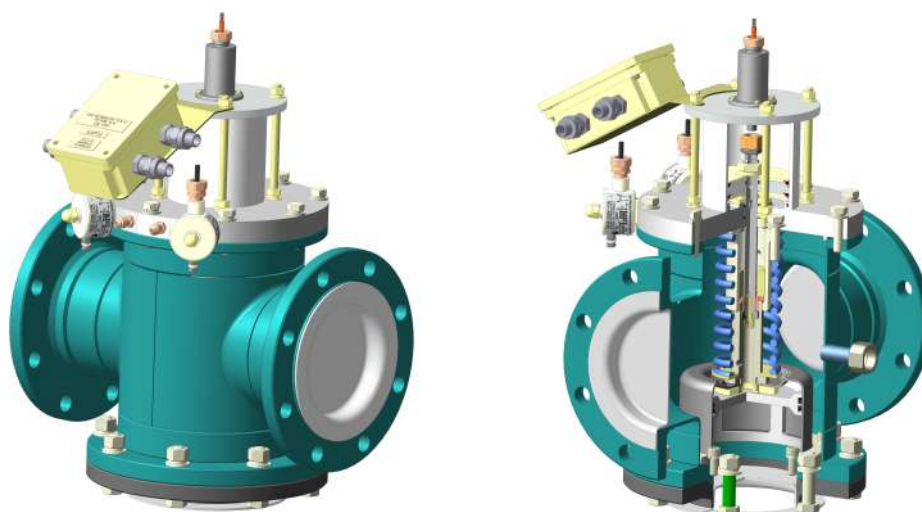


Рис. 5

3.1.3 Узел учёта состоит из фильтра газоотделителя, массомера или измерителя объема, электронасоса, прецизионного измерителя давления, переключателя потоков (манифольда), приборов контроля и управления.

3.1.4 Узел учёта может обслуживать до 16 узлов приёма продукта от Ж/Д цистерн (УПН), от 1 до 9 резервуаров и от 1-го до 3-х каналов одновременной выдачи продукта в авто- и Ж/Д цистерны.

3.1.5 Измерительная система узла учёта УПВН состоит из элементов установок УПН (клапаны и соединительные трубопроводы от клапанов манифольдов УПН до узла учёта УПВН), элементы узла учёта УПВН и установок АСН до клапанов раздела продукта. Измерительная система выполнена по схеме заполненных трубопроводов и включает в себя:

- клапаны манифольдов установок УПН;
- соединительные трубопроводы от УПН до УПВС;
- обратный клапан на входе УПВС;
- фильтр-газоотделитель;
- массомер или измеритель объема;
- переключатель потока (манифольд) на резервуар или установки АСН;
- соединительный трубопровод от УПВН до установок АСН;
- гидравлические элементы установки АСН (измеритель объёма и клапан раздела продукта)

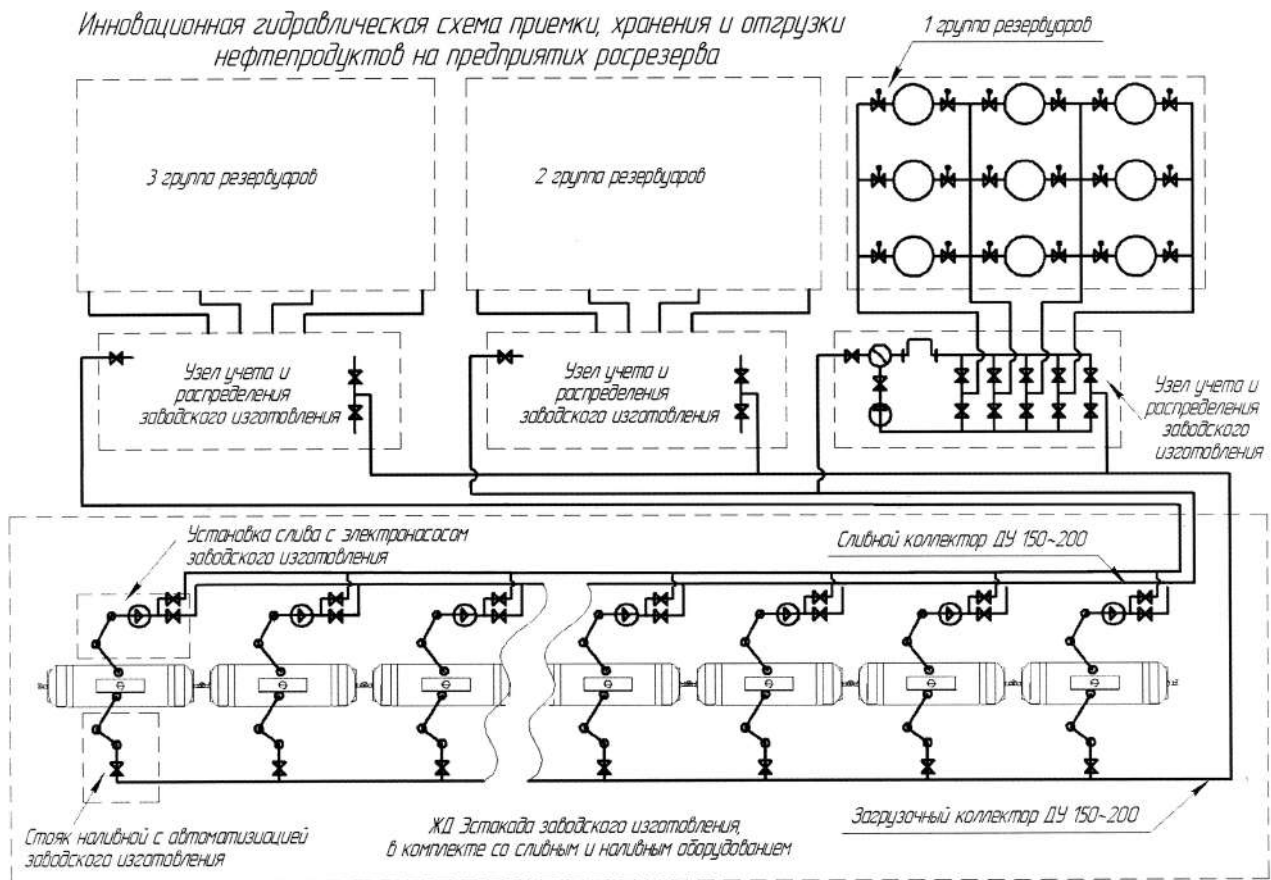


Рис. 6

Все элементы измерительной системы герметичны и в состоянии покоя находятся под остаточным гидравлическим избыточным давлением, которое непрерывно контролируется датчиками давления. Изменение величины давления фиксируется SCADA системой, протоколируется в режиме реального времени и является сигналом о разгерметизации системы трубопроводов или несанкционированного доступа к продукту.

3.1.6 Измерительная система узла учёта УПВН выполняет **3 функции**:

1) Функцию приёмки продукта по измерительному каналу "Приём" и включает в себя следующие элементы:

- клапан УПН;
- трубопровод от УПН до УПВН;

- обратный клапан УПВН (входной);
- фильтр-газоотделитель;
- массомер или измеритель объёма;
- обратный клапан УПВН (выходной);
- резервуар (трубопровод от УПВН до резервуара).

Схема приёма 1-го продукта от Ж/Д цистерн в 7-й резервуар 1-й группы или 2-го продукта в 5-й резервуар 2-й группы

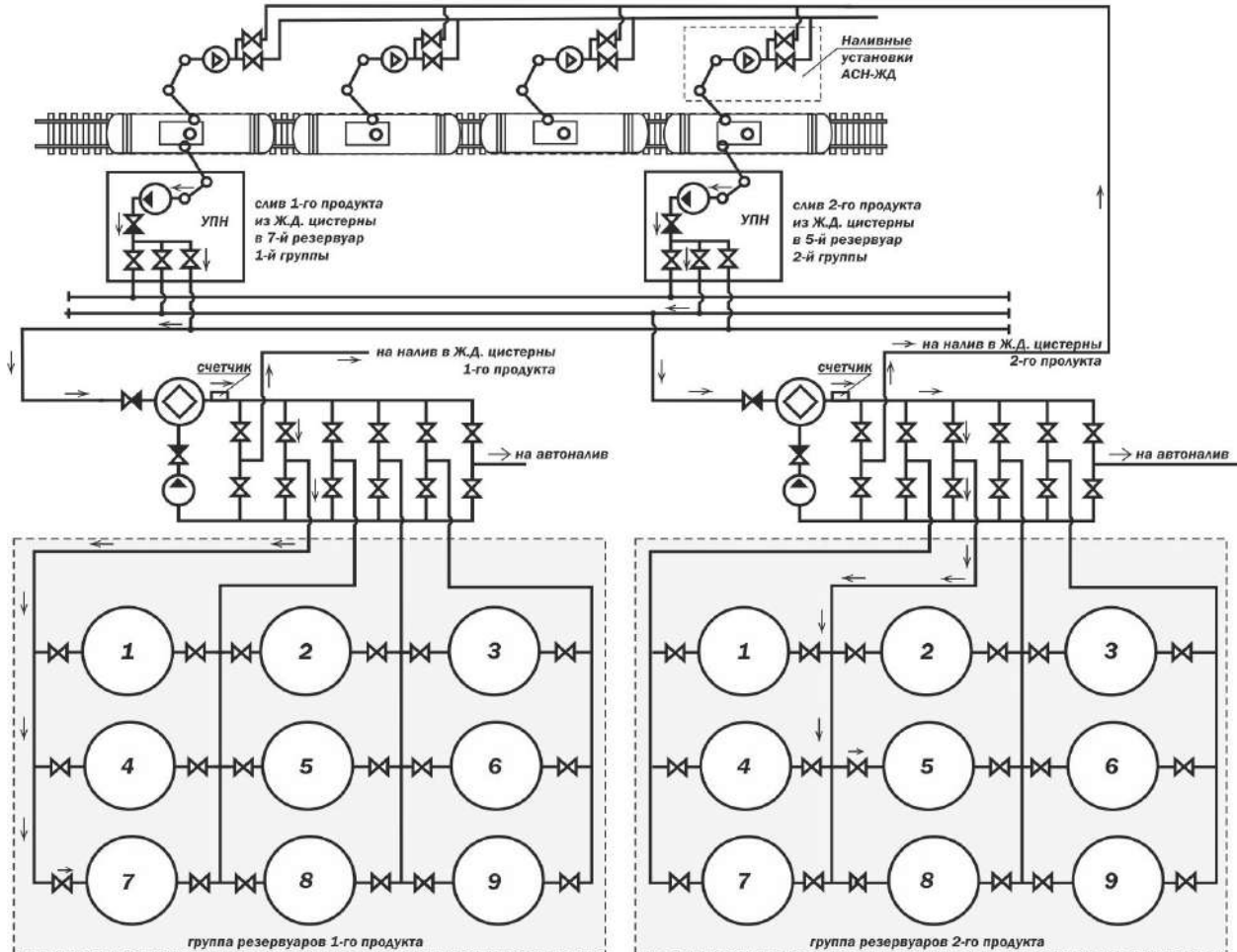


Рис. 7

2) Функцию отпуска продукта по измерительному каналу "Отпуск" и включает в себя следующие элементы:

- резервуар (трубопровод от УПВН до резервуара);
- электронасос;
- обратный клапан УПВН;
- фильтр-газоотделитель;
- обратный клапан УПВН;
- массомер;
- трубопровод от УПВН до Ж/Д стояков;
- гидравлические элементы Ж/Д стояков (измеритель объёма и клапан раздела продукта).

Схема налива 1-го продукта в Ж/Д цистерны из 7-го резервуара 1-й группы или 2-го продукта из 5-го резервуара 2-й группы

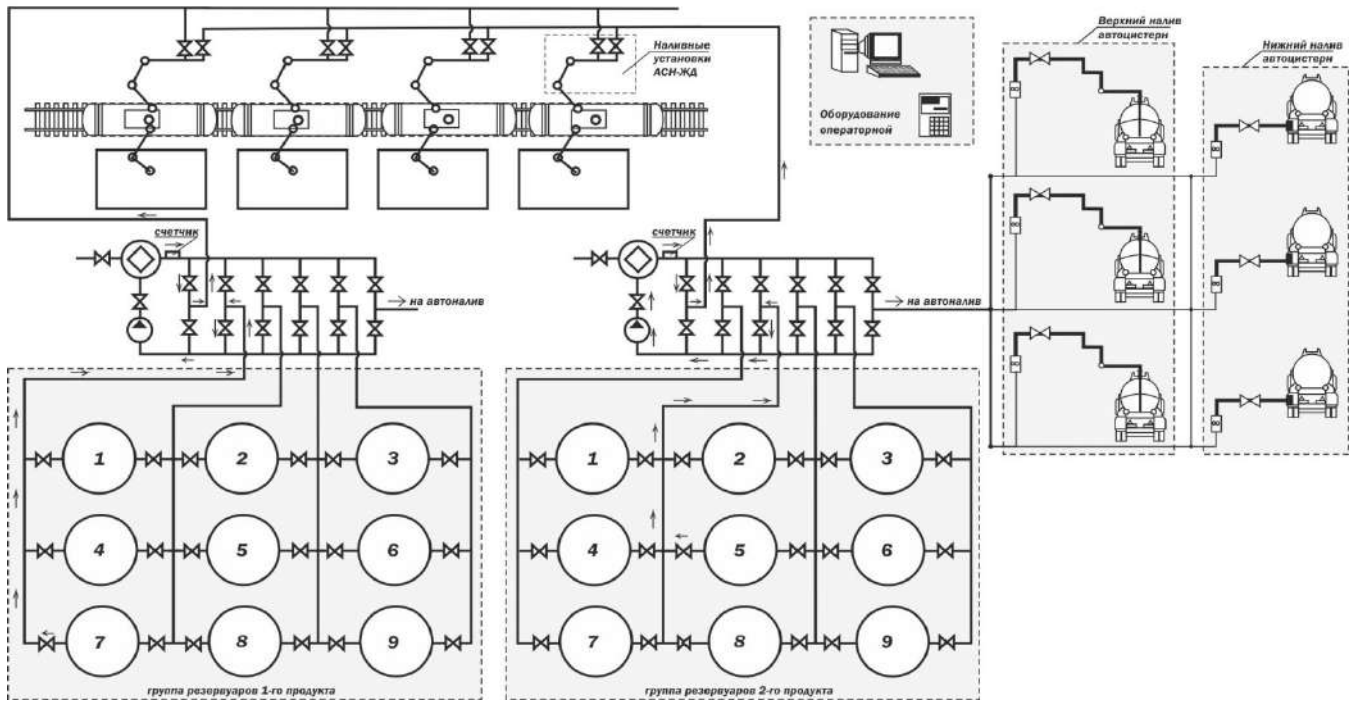


Рис. 8

3) **Функцию перекачки продукта** из одного резервуара подключённого к УПВН в другой из этой группы резервуаров, хранящей один вид продукта, осуществляемую по измерительному каналу "Перекачка" и включает в себя следующие элементы:

- резервуар донор (трубопровод УПВН до резервуара донора);
- соответствующий клапан манифольда УПВН;
- массомер;
- соответствующий клапан манифольда УПВН;
- трубопровод от УПВН до резервуара акцептор.

Схема перекачки из 7-го резервуара в 5-й резервуар первой группы резервуаров с учетом количества продукта

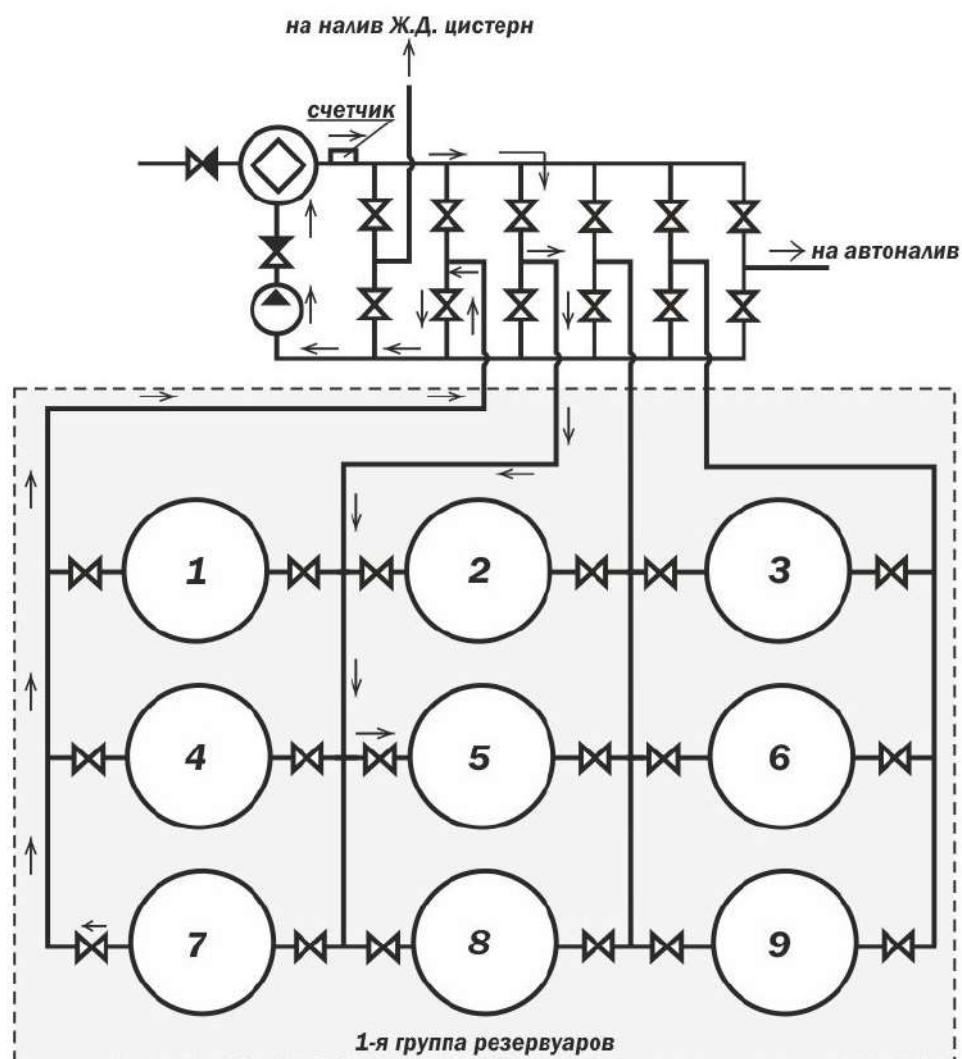


Рис. 9

4. ОБЩАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ОБЪЕКТА

Режим работы оборудования объекта по каждому продукту разделён на 4 этапа:

- 1) режим "ожидания";
- 2) режим "приёмки продукта";
- 3) режим "отпуска продукта" в автоцистерны;
- 4) режим "перекачки продукта" из одного резервуара в другой одной группы продуктов.

4.1 Режим ожидания.

Режим ожидания, при котором производится непрерывный контроль состояния датчиков оборудования:

- датчики давления в трубопроводах соединяющих УПН с Ж/Д стояком;
- датчики давления в трубопроводах соединяющих резервуар с УПВН;
- датчики давления в трубопроводах соединяющих УПВН с АСН;
- датчики состояния (закрытое) клапанов манифольдов УПН, УПВН.

Контроллер SCADA системы опрашивает состояние перечисленных датчиков со скоростью 1 раз в секунду, сравнивает его с заданным и регистрирует в регистраторе событий. В случае отклонений параметров выдаёт информацию оператору путём отображения на мнемосхеме со звуковым сопровождением.

4.2 Режим приёмки продукта

При поступлении на слив Ж/Д цистерн с разными продуктами центральный оператор SCADA системы анализирует марки поступившего продукта, расположение цистерн, назначает номера установок УПН, которые необходимо подключать к Ж/Д цистернам, а также номера клапанов манифольдов которые необходимо открыть. Определяет маршруты проводки продуктов, т.е. выбирает и активирует соответствующие установки УПН, узлы учёта УПВН и номера резервуаров при помощи программного продукта и мнемосхем проводки.

По окончании этих работ на выбранные узлы подаётся разрешение на проведение операций приёмки. По данному разрешению в каждом выбранном УПН и УПВН запускаются гидравлические миниблоки давлением которых производится открытие соответствующих клапанов КО. Закрытие клапанов производится автоматически под действием пружин.

При поступлении сигнала "зелёный светодиод" на боксе установки УПН нижний оператор сливщик производит присоединение головки УСН к клапану Ж/Д цистерны. Верхний оператор открывает крышку Ж/Д цистерн и открывает донный клапан. Продукт самотёком заполняет полости установки УСН и электронасоса. При этом срабатывает датчик наличия продукта и контроллер УПН выдаёт разрешение на включение электронасоса.

Оператор сливщик включает электронасос, после включения электронасоса через несколько секунд подаётся команда на открытие соответствующих клапанов установок УПН которые соединяют выходной патрубок насоса с соответствующим продуктопроводом. После открытия клапана манифольда УПН от датчика открытия информация поступает в центральный контроллер, который даёт команду на открытие соответствующих клапанов в манифольде узла учёта УПВН. Таким образом продукт начинает движение через массомер узла учёта УПВН.

Аналогичным образом производится подключение остальных установок УПН к соответствующим узлам учёта УПВН и резервуарам. По мере подключения по очереди установок УПН к одному узлу учёта производительность прокачки увеличивается до значения максимального расхода массомера. В этом случае необходимо выждать некоторое время для окончания слива первой Ж/Д цистерны и продолжать подключение следующих. Производительность измерения расхода узла учёта УПВН выбирается при заказе. Учёт количества суммарно слитого продукта фиксируется SCADA системой. Остановка установок УПН производится автоматически по срабатыванию датчиков наличия продукта перед насосом.

4.3 Режим отпуска продукта в Ж/Д цистерны

При пусконаладке оборудования производится программная конфигурация оборудования, т.е. в памяти системы управления прописываются все датчики и исполнительные механизмы и алгоритмы их работы. Таким образом, каждый вид продукта при отпуске в автоцистерны подаётся через свои трубопроводы на соответствующие измерительные каналы, в состав которых входят элементы узлов учёта УПВН и установок налива АСН.



Рис. 10

При переводе системы управления в режим отпуска оператор должен назначить номера соответствующих резервуаров по каждому продукту, номера соответствующих узлов учёта и номера клапанов манифольда в узлах учёта УПВН и связать их с каналом отпуска через Ж/Д эстакаду и конкретный наливной рукав.

Таким образом, формируются измерительные каналы для каждой точки отпуска или для каждого рукава верхнего или нижнего налива. Эта информация фиксируется и изменения производятся только при смене расходных резервуаров.

В рабочем режиме оператор задаёт вид продукта, номер стояка (измерительного клапана) и количество продукта.

В режиме "отпуск" все задействованные узлы учёта УПВН находятся в активном состоянии, т.е. контроллеры узлов по показаниям датчиков открытия клапанов информируют оператора на мнемосхеме какой резервуар задействован на отпуск. При задании дозы отпуска продукта и отработке водителем необходимых манипуляций и подключений установок налива к автоцистернам (установку наливных рукавов, трапов, клещей заземления, розеток контроля перелива) водителем, при наличии разрешения от центрального оператора, путём кнопки пуск, подаётся команда на включение электронасоса соответствующего узла учёта УПВН. После запуска электронасоса через малый промежуток времени (2-3 секунды) производится открытие соответствующих клапанов манифольда УПВН и открытие клапана раздела продукта, который по команде контроллера отпуска обеспечивает режим отпуска, малый расход, номинальный запрограммированный расход и малый расход в конце отпуска. Продукт электронасосом из соответствующего резервуара подаётся на массомер узла учёта и по трубопроводам на установку налива. Установки налива типа АСН работают по системе заполненного трубопровода, т.е. сколько продукта подаётся в него со входа, столько вытесняется на выходе.

Остановка подачи продукта при наливке Ж/Д цистерн производится по нескольким командам:

- отключение клещей заземления;
- срабатывание системы контроля уровня продукта в отсеке автоцистерны;
- отсутствие сигнала от массомера в течение 3 мин.;
- окончанию выдачи дозы;

4.4 Режим перекачки продукта из одного резервуара в другой одной группы продуктов.

Режим "перекачка" осуществляется при необходимости освобождения одного резервуара из группы продуктов в другой этой же группы. Центральный оператор производит перевод системы управления путём выхода из режимов приёмки и отпуска продукта. В режиме перекачки выбирается номер резервуара донора и номер резервуара акцептора и соответствующий узел учёта. Оператор активизирует узел учёта УПВН в котором контролируется состояние всех клапанов манифольда в закрытом состоянии. Запускается электронасос и в течении нескольких секунд происходит открытие соответствующих клапанов манифольда узла учёта. Продукт насосом из резервуара донора в резервуар акцептор подаётся через массомер, тем самым определяется его масса. Окончание процесса перекачки происходит автоматически по датчику завоздушивания в газоотделителе.

Все указанные режимы, настройка и проверка точности узлов учёта при выпуске будут проводиться на заводе-изготовителе при выпуске из производства в соответствии со схемой, приведенной на Рис. 12. Соответственно будет тестироваться программный продукт для конкретного объекта, как сейчас производится тестирование точности налива, программный продукт и контрольная сборка установок АСН. Окончательная конфигурация состава системы управления должна производиться на объекте с учётом всех местных условий и регламентов.

ВЫВОДЫ:

1. При строительстве нового объекта или капитальной модернизации старого затраты уменьшаются на 30% за счёт комплектной поставки оборудования, отсутствия потребности строительства насосной станции и применения труб меньшего диаметра.
2. Повышается точность и объективность учёта.
3. Повышается контроль над процессами приёмки, отпуска и хранения.
4. Повышается уровень автоматизации.
5. Снижается численность обслуживающего персонала.
6. Снижаются эксплуатационные расходы за счёт снижения мощности электродвигателей насосов.
7. Для реализации проекта на действующем объекте необходимо произвести замену установок слива и установить узлы учёта. В насосной соединить трубопроводы согласно схемы и заблокировать существующие насосы.
8. Внутренние перекачки осуществляются в режиме перекачки одного продукта из одного резервуара в другой.
9. Вопросы включения склада нефтепродуктов в информационную сеть компании решаются при заключении договора.
10. Разработку проекта конкретного объекта обеспечивает АО «Промприбор» или другие организации под контролем наших специалистов.
11. Базовое оборудование: насосы, установки слива, установки налива, ряд приборов систем безопасности, оборудование для метрологического обеспечения в настоящее время выпускается серийно.

Председатель совета директоров
АО «Промприбор»

Н.И. Кобылкин



**Сертифицировано
Русским Регистром**

Применение нескольких блочных узлов перекачки и учета УПВН на данном объекте снимает все проблемы

