**Приложение 4**

**Примеры описания технологической схемы процесса**

**Схема 1**

Кубовая жидкость (фракция побочных продуктов) колонны поз. Кт-2 насосом поз. Н-1 поступает на питание колонны поз. Кт-1 на 20-ю или 26-ю тарелки зависимости от состава сырья. Расход питания колонны поз. Кт-1 регистрируется прибором поз. 3-1. Расход питания колонны поз. Кт-1 регистрируется прибором поз. 1-1.

Ректификационная колонна Кт-1 предназначена для выделения пирановой фракции, требующейся для последующего разложения, из фракции побочных продуктов. Процесс ректификации проводится под вакуумом с абсолютным давлением верха колонны 20 мм.рт.ст при температуре 145÷150 °С куба колонны Кт-1.

Обогрев колонны поз. Кт-1 осуществляется через выносной испаритель поз. Т-3 обогреваемый водяным паром. Давление пара регулируется клапаном регулятора поз. 2-1. Расход пара в испаритель поз. Т-3 регистрируется прибором поз. 4-1. Паровой конденсат из испарителя поз. Т-3 через конденсатоотводчика выводится в коллектор конденсата водяного пара. Для улучшения теплообмена в испарителе поз. Т-3 ведется принудительная циркуляция кубовой жидкости колонны поз. Кт-1 насосом поз. Н-4

Температура верха, куба, на 4-й и 26-й тарелке колонны поз. Кт-1 регистрируется прибором поз. 5-1, 6-1.

Пары пирановой фракции, отгоняемые в колонне поз. Кт-1, конденсируются в конденсаторе поз. Т-5, обогреваемый водяным паром. Несконденсированные пары из конденсатора поз. Т-5 поступают в трубное пространство испарителя поз. Т-6, охлаждаемого испаряющимся при температуре минус 3 оС жидким аммиаком.

Питание испарителя поз. Т-6 жидким аммиаком и отсос паров аммиака осуществляется через емкость поз.О-7.

Уровень жидкого аммиака в емкости поз. О-7 регулируется подачей жидкого аммиака с отделения ИФ-11 через регулирующий клапан поз. 7-1. Давление газообразного аммиака в емкости поз. О-7 регулируется выводом его в отделение ИФ-11 через регулирующий клапан поз. 24-1. Для защиты поз. О-7 от превышения давления предусмотрен ППК со сбросом в безопасное место.

Сконденсированная пирановая фракция из конденсаторов поз. Т-5 и Т-6 сливается в емкость дистиллята поз. Е-8. Далее пирановая фракция насосом поз.Н-9 подается:

- в колонну поз. Кт-1 в виде флегмы через клапан регулятора расхода поз. 8-1;

- в емкость поз. Е-10 отделения ИФ-7 балансовый избыток через клапан-регулятор уровня поз. 9-1 в емкости поз. Е-8.

Расход пирановой фракции в отделение ИФ-7 регистрируется прибором поз. 10-1.

Кубовая жидкость колонны поз. Кт-1 насосом поз. Н-2 через клапан регулятора уровня поз. 11-1 в кубе колонны поз. Кт-1, подается в межтрубное пространство теплообменника поз. Т-11 и трубное пространство теплообменника поз. Т-12, где охлаждается оборотной водой, далее в емкость поз. Е-13 отделения ИФ-7. Предусмотрена линия откачки абсорбента, минуя теплообменник поз. Т-12. Расход кубовой жидкости колонны поз. Кт-1 регистрируется прибором поз.12-1.

Ректификация пирановой фракции в колонне поз. Кт-1 происходит при остаточном давлении верха не менее 0,7 кгс/см2. Давление верха колонны поз. Кт-1 регистрируется прибором поз. 13-1.

Вакуум в колонне поз. Кт-1 создается и поддерживается пароэжекторным вакуум-насосом поз. Н-15 или Н-16. Отсос несконденсированных паров и инертных газов для создания вакуума в ректификационном контуре производится из конденсатора поз. Т-6.

В пароэжекторный вакуумный насос поз. Н-16 состоящий из 3-х эжекторов и 3-х конденсаторов, соединенных последовательно подается водяной пар 10,0 кгс/см2 через клапан регулятора давления поз. 14-1. Расход водяного пара регистрируется прибором поз. 25-1. Водяной пар на выходе из сопла эжектора создает разрежение и подсасывает пирановую фракцию из поз. Т-6. Для поддержания неизменного значения остаточного давления (10 мм рт.ст.) на входе в насос поз. Н-16 в конструкции пароэжекторного вакуумного насоса предусмотрен трубопровод рециркуляции парогазовой смеси из выхлопа эжектора 1-й ступени на его всас, через регулирующий клапан давления поз. 15-1. В конденсатор поступает смесь парогазовая. В качестве охлаждающей среды поступает оборотная вода. Образовавшийся в вакуум-насосе паровой конденсат, содержащий органические продукты, самотеком стекает в барометрический бак поз. Пн-18

Для защиты поз. Н-16 от превышения давления предусмотрен ППК со сбросом в безопасное место.

Контроль уровня в барометрическом баке поз. Пн-18 контролируется прибором поз.16-1 с показанием и регистрацией значений в операторной, с сигнализацией максимального и минимального значения.

Из барометрического бака поз. Пн-18 жидкость насосом поз. Н-20 через клапан регулятор уровня поз.18-1 в баке, откачивается в емкость поз. Е-41.

Заполнение системы при пуске и подпитка системы осуществляется оборотной водой, подаваемой из коллектора в конденсаторы смешения вакуум-насоса поз. Н-16

Пароэжекторный вакуум-насос поз. Н-15 состоит из соединенных последовательно 3-х эжекторов. Между эжекторами установлено 2 конденсатора смешения, в которых конденсируется водяной пар.

В эжекторы вакуум-насоса поз. Н-15 через клапан регулятора расхода поз. 19-1 подается пар 10,0 кгс/см2. Для конденсации пара в конденсаторе смешения вакуум-насоса подается вода насосом поз. Н-21. Температура воды регистрируется прибором поз.20-1. Отработанная вода с конденсаторов смешения стекает в емкость поз. Пн-19, откуда насосом поз. Н-21 через холодильник поз. Т-22, охлаждаемый оборотной водой, и испаритель поз. Т-23, охлаждаемый испаряющимся жидким аммиаком при температуре минус 3 оС, поступает снова в конденсаторы смешения вакуум-насоса поз. Н-15. Избыток воды из емкости поз. Пн-19 насосом поз. Н-21 по клапану регулятора уровня поз. 21-1 откачивается в сборник поз. Е-41.

Предусмотрена подача воды в испаритель поз. Т-23, минуя холодильник поз. Т-22.

Пар после эжектора III-ступени вакуум-насоса поз. Н-15 конденсируется в холодильнике "труба в трубе" поз. Т-17, охлаждаемом оборотной водой. Конденсат сливается в емкость поз. Пн-19. Дыхание емкости осуществляется через воздушку на свечу.

Заполнение системы при пуске и подпитка системы осуществляется охлажденным паровым конденсатом, подаваемой из емкости поз. Е-25 насосом поз. Н-26 в конденсаторы смешения вакуум-насоса поз. Н-15.

Питание испарителя поз. Т-23 жидким аммиаком и отсос паров осуществляется через емкость поз. О-27.

Уровень в емкости поз. О-27 регулируется клапаном поз. 22-1 подачей жидкого аммиака с отделения ИФ-11. Давление газообразного аммиака в емкости регулируется регулятором давления поз. 23-1 выводом его в отделение ИФ-11.

Для защиты поз. О-27 от превышения давления предусмотрен ППК со сбросом в безопасное место.

**Схема 2**

Установка Клауса предназначена для преобразования кислого газа в свободную серу посредством первоначального сжигания, каталитической конверсии, охлаждения и конденсации. Каждый этап конденсации сопровождается выделением пара. Жидкая сера, через контактор дегазации для уменьшения содержания H2S в сере до не более 10 ppm массовых, направляется для последующего хранения.

После сжигания в реакционной печи продукты прибором FE 800-1 через клапан поз. FY 800-5 регулятора расхода реакции охлаждаются в котле-утилизаторе Т-1. Трубная решетка котла защищена керамической обечайкой и огнеупорным покрытием. Конструкция котла имеет закрепленную трубную решетку со встроенным паросборником ВД Т-2 в котором происходит образование насыщенного пара ВД 4,2 МПа. В случае роста давления пара ВД более 4,65 МПа происходит автоматический останов установки Клауса. Пар ВД из Т-2 подается и прибором PT 801-1 через клапан поз. РT 801-5 регулятора давления в пароподогреватель реактора Клауса (первой ступени) поз. Т-3, а также в пароподогреватель реактора Клауса (второй ступени) поз. Т-4 давление которого контролируется и регистрируется с сигнализацией прибором PT 600-1.

Питательная вода из цехового коллектора поступает в емкость поз. E-5. Далее насосом поз. Н-6 из емкости питательная вода откачивается в барабан поз. Т-2 котла-утилизатора поз. Т-1 для выработки пара ВД. Для защиты насосного оборудования при низких нагрузках и обеспечения минимального безопасного расхода технологической схемой предусмотрен частичный возврат питательной воды насосом Н-6 в емкость Е-5 по линии циркуляции. Уровень в емкости контролируется и регистрируется с сигнализацией прибором поз. LT 500-1 и должен находиться в пределах 13,2 - 77,4 % по шкале прибора. При снижении уровня в емкости до 0,4 % по шкале прибора поз. LT 802-1 происходит автоматический останов насоса поз. Н-6. Расход питательной воды, возвращаемой в емкость Е-5.

Для исключения возможности контакта питательной воды с воздухом (насыщения кислородом) емкость находится под азотной «подушкой». Подержание давления 0,6 - 0,8 МПа в емкости поз. Е-5. Уровень в паровом барабане ВД Т-2 должен находиться в пределах от 30,2 до 61,5 % и поддерживается подачей насосом Н-6 питательной воды прибором FE 803-1 через клапан поз. FY 803-6 регулятора расхода с коррекцией по уровню поз. LT 804-1 в паровом барабане Т-1. Для защиты от превышения давления на паровом барабане ВД Т-2 установлен ППК.

Технологический газ из котла-утилизатора с температурой не более 330°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 317°С) прибором TT 805-1 через клапан поз. TY 805-5 поступает в конденсатор серы первой ступени поз. Т-7. Газ охлаждается, при этом происходит конденсация серы и выработка насыщенного пара низкого давления (0,6 МПа). Сконденсированная сера стекает в подземный сборник жидкой серы через серозатвор Е-8.

Уровень воды в конденсаторе серы первой ступени поз. Т-7 контролируется и регистрируется с сигнализацией по верхнему и нижнему уровню прибором поз. LT 501-1 и должен находиться в пределах от 7,1 до 78,6 % по шкале прибора. Уровень воды в конденсаторе серы первой ступени поз. Т-7 поддерживается подачей питательной воды в конденсаторе.

Технологический газ из конденсатора серы первой ступени Т-7 с температурой не более 200°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 185°С) поступает в первый подогреватель поз. Т-3, где подогревается паром высокого давления до 225 - 255°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 240°С).

Технологический газ из подогревателя Т-3 прибором TT 806-1 через клапан поз. TY 806-5 поступает в верхнюю часть реактора Клауса первой ступени поз. Р-9.

Реактор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, со спиральной мешалкой, внутри которого на решетке располагается слой катализатора. В верхней части слоя катализатора используется активированный оксид алюминия, а в нижней части - титановый оксидный катализатор. Поток технологического газа проходит через слой катализатора, и реакция образования серы из H2S и SO2 достигает равновесия. Титановый оксидный катализатор используется в нижней части слоя катализатора для стимулирования процесса гидролиза COS и CS2, который протекает при более высоких температурах. Все эти реакции являются экзотермическими: тепло вырабатывается пропорционально количеству полученной серы, и поэтому в нижнем слое катализатора происходит повышение температуры.

Температура в слое катализатора реактора Р-9 контролируется и регистрируется приборами поз. TE 700-1, TE 700-2, TE 700-3 и составляет 215 - 310°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 288°С).

Далее из реактора Клауса первой ступени технологический газ с температурой 268 - 310°С поступает в конденсатор серы второй ступени поз. Т-10 для охлаждения и конденсации серы. В конденсаторе Т-10 происходит выработка пара низкого давления (0,6 МПа). Сконденсировавшаяся сера стекает в подземный сборник жидкой серы через серозатвор поз. Е-11.

Уровень воды в конденсаторе серы второй ступени поз. Т-10 контролируется и регистрируется с сигнализацией по верхнему и нижнему уровню прибором поз. LT 502-1 и должен находиться в пределах от 7,1 до 78,6 % по шкале прибора. Уровень воды в конденсаторе серы второй ступени поз. Т-10 поддерживается подачей питательной воды.

Технологический газ из конденсатора серы второй ступени Т-10 с температурой не более 195°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 178°С) поступает во второй подогреватель поз. Т-4, где подогревается паром высокого давления до 190 - 225°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 210°С). На линии между Т-10 и Т-4 установлен обратный клапан.

Технологический газ из подогревателя Т-4 прибором TT 807-1 через клапан поз. TY 807-5 поступает в верхнюю часть реактора Клауса второй ступени поз. Р-12.

Реактор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, со спиральной мешалкой, внутри которого на решетке располагается слой катализатора. В реактор Клауса второй ступени загружен катализатор только из активированного оксида алюминия. С целью максимизации выхода серы в реакторе Клауса второй ступени поддерживается более низкая температура, чем в реакторе первой ступени. Температура на входе в реактор поддерживается на 15°C выше точки росы для серы (чтобы не допустить конденсации серы на катализаторе). Температура в слое катализатора реактора Р-12 контролируется и регистрируется приборами поз. TE 701-1, TE 701-2, TE 701-3 и составляет 190 - 250°С (для оптимального ведения процесса поддерживается температура 224°С).

Далее из реактора Клауса второй ступени поз. Р-12 технологический газ с температурой 205 - 250°С поступает в конечный конденсатор серы поз. Т-13 для охлаждения и конденсации серы. В конденсаторе Т-13 происходит выработка пара с давлением 0,1 МПа.

Выработанный пар конденсируется в аппарате воздушного охлаждения поз. АВО Давление пара в конденсаторе прибором PT 808-1 регулируется клапаном поз. PY 808- 5 установленным на линии слива конденсата из АВО в конденсатор Т-13.

Уровень воды в конденсаторе поз. Т-13 контролируется и регистрируется с сигнализацией по верхнему и нижнему уровню прибором поз. LT 503-1 и должен находиться в пределах от 7,1 до 78,6 % по шкале прибора. Уровень в конденсаторе поддерживается подачей питательной воды.

Температура конденсата на выходе из АВО 110 - 135°С регулируется частотным регулятором скорости вращения электродвигателя вентиляторов. Температура охлаждающего воздуха в кожухе АВО от 5 до 15°С регулируется степенью открытия жалюзи, установленных на подаче и выводе воздуха.

Сконденсировавшаяся сера из Т-13 (самотеком стекает в подземный сборник жидкой серы через серозатвор поз. Е-14. Все три конденсатора серы оборудованы лопастными каплеотбойниками, чтобы свести к минимуму вынос жидкой серы.

**Схема 3**

Просушенный металлический молибденовый порошок ссыпают в тарельчатый питатель поз. Пн-7 через металлическую сетку, для улавливания комков молибдена. Из металлической сетки комковый молибден ссыпают в металлическую тару и отправляют на узел активации и регенерации молибдена для измельчения комков.

Просушенный металлический молибден из тарельчатого питателя поз. Пн-7, непрерывно подаётся через верхний штуцер с опуском в реактор поз. Р-6. Количество подаваемого в реактор молибдена, регулируется изменением положения ножа на тарелке питателя поз. Пн-7, результат регулирования проверяется контрольным взвешиванием. Контрольное взвешивание производится ежечасно.

Дополнительную активацию поверхности зёрен молибденового порошка перед подачей в реактор поз. Р-6 проводят в течке питателя поз. Пн-7 этанолом и гидроперекисью этилбензола в течение 0,25-15 минут. Подача этанола контролируется прибором поз. 501.

Процесс приготовления каталитического комплекса осуществляется непрерывно в каскаде из двух реакторов полного смешения поз. Р-6, поз. Р-5 с внутренним змеевиком и рубашкой при температуре 35-58 0 С и давлении 0,02-0,03 кгс/см2. Контроль температуры в Р-6 осуществляется прибором поз. 700, контроль уровня в Р-5 прибором поз. 503, в Р-6 - поз. 504.

Реакторы полного смешения поз. Р-6, поз. Р-5 характеризуются тем, что частицы реагента, попавшие в данный момент в аппарат, благодаря интенсивному перемешиванию имеют равную со всеми частицами вероятность первым и покинуть его.

Реакция получения каталитического комплекса экзотермическая и протекает с выделением большого количества тепла. Съем тепла осуществляется теплоносителем ТНК-2 «минус» 12 0 С, поступающего в змеевик и рубашку реактора. Приборы поз. 801 и 802.

Гидроперекись этилбензола поступает в верхнюю часть реактора поз. Р-6. Смесь свежего и возвратного этанола предварительно подогревается в теплообменнике поз. Т-8 паровым конденсатом и подаётся в нижнюю часть реактора поз. Р-6. Температура этанола регулируется прибором поз. 803, подача - поз. 805, давление парового конденсата контролируется прибором поз 600. Реакторы приготовления катализатора располагаются на разных уровнях, переток реакционной массы из реактора поз. Р-6 в реактор поз. Р-5 осуществляется самотёком.

В случае завышения содержания непрореагировавшего молибдена в реакционной смеси после реактора поз. Р-6 предусмотрена возможность подачи ГПЭБ и этанола в 18 реактор поз. Р-5. Этанол в реактор поз. Р-5 подаётся также с целью стабилизации каткомплекса.

Переток реакционной массы из аппаратов осуществляется самотёком.

Каталитический комплекс после Р-5 насосом Н-4 направляется в ёмкости Е-1-3, откуда насосом Н-9 идёт на процесс эпоксидирования. Уровень в ёмкостях контролируется приборами поз. 500-502. Н-4 блокируется при завышении температуры каталитического комплекса прибором поз. 800, Н-9 – при завышении давления прибором поз. 804.

Процесс эпоксидирования пропилена гидроперекисью этилбензола осуществляется непрерывно в каскаде из трёх последовательно соединённых реакторов смешения поз. Р-12, поз. Р-13, поз. Р-14 располагающихся на разных уровнях притемпературе110-118 0 С, и давлении 24-33 кгс/см 2. Температура в реакторах контролируется приборами поз. 701-703, давление - поз. 604-606, температура реакционной смеси регулируется прибором поз. 809-811. Давление в реакторах поз. Р-12, поз. Р-13, поз. Р14 выдерживается одинаковым за счёт уравнительной линии между реакторами по газовой фазе. Давление контролируется прибором поз. 603, на линии отвода газов в Т-17 установлен прибор контроля расхода поз. 503

Пропилен и гидроперекись этилбензола смешиваются в смесителе Е-10, подогреваются в теплообменнике поз. Т-11 паровым конденсатом до температуры 40-70 0 С и поступают в нижнюю часть реактора поз. Р-12. Расход пропилена регулируется прибором поз. 806, расход парового конденсата - поз. 807, давление пропилена контролируется прибором поз. 601, давление парового конденсата- поз.602. Каткомплекс непрерывно подаётся в реактор поз. Р-12. Расход контролируется прибором поз. 506, давление регулируется прибором поз. 808. Переток реакционной массы из реактора поз. Р-12 в реактор поз. Р-13 и далее в реактор поз. Р-14 осуществляется самотёком. Эпоксидат из реактора поз. Р-14 поступает в сепаратор узла выделения возвратного пропилена. Уровень в реакторе Р14 регулируется прибором поз. 813. Для увеличения площади контакта фаз реакцию эпоксидирования проводят при постоянном перемешивании. При пуске установки используется Н-21 для циркуляции эпоксидата. Насос блокируется при завышении уровня эпоксидата. С целью исключения накопления кислорода в газовой фазе реакторов эпоксидирования, образующегося при побочных реакциях, производится постоянный отвод отдувок пропилена с уравнительной линии реакторов в дальнейший цех. Содержание кислорода в отдувках контролируется газоанализатором кислорода поз.902. Концентрация ГПЭБ на выходе из реакторов эпоксидирования контролируется поточными анализаторами типа СП-2В поз. 900, 901, 903. При отборе проб с пробоотборников, установленных на линиях перетока с реакторов поз. Р-12, поз. Р-13, поз. Р-14 дренаж продукта производится в линию кондиционного эпоксидата, а сбрасывание отдувок производится через конденсатор поз. Т-17 в сепаратор поз. О-18. Для предотвращения завышения давления в реакторах эпоксидирования установлен пружинно-предохранительный клапан на уравнительной линии. Сброс газовой фазы с предохранительных клапанов осуществляется на факел. При достижении температуры в реакторах эпоксидирования 135 0С производится опорожнение реакторов с пульта управления нажатием кнопки «Аварийный слив». Аварийное опорожнение реакторов эпоксидирования производится в подземную ёмкость поз. Е-19 под слой захоложенного этилбензола или эпоксидата. Уровень в ёмкости контролируется прибором поз. 506. Охлаждение ёмкости поз. Е-19 осуществляется через змеевик теплоносителем ТНК-2 с температурой «минус» 120С. На линии подачи установлены приборы контроля расхода - поз. 505, температуры-705, давления - 607, на возвратной линии установлены приборы контроля температуры - поз. 706 и давления - поз. 608. Газовая фаза реакторов и ёмкости поз. Е-19 поступает в холодильник поз. Т-15, охлаждаемый теплоносителем ТНК-2 "минус" 12 0 С, сконденсировавшийся углеводородный конденсат из холодильника стекает через расширитель Рш-16 в ёмкость поз. Е-19. температураТНК-2 контролируется прибором поз. 704. Откачка ёмкости поз. Е-19 производится на склад сжиженных газов насосом Н-20. Насос блокируется при завышении давления. Ёмкость поз. Е-19 связана с реакторами эпоксидирования уравнительной линией, открываемой перед сливом реакторов.

**Схема 4**

Компонент «А» со склада по трубопроводу поступает в емкость Е-1. Уровень в емкости Е-1 регулируется клапаном, установленным на линии подачи компонента «А» в емкость Е-1. Предусмотрена сигнализация по нижнему и верхнему предупредительным значениям уровня.

Давление в емкости Е-1 регулируется двумя клапанами – на линии подачи азота в емкость Е-1 клапаном и на линии сдувки на факел из емкости Е-1.

Из емкости Е-1 компонент «А» для смешивания с компонентом «Б» подается насосом Н-2 в предварительный реактор Р-4 и регулируется клапаном. Предусмотрена сигнализация по нижнему предупредительному значению расхода. Давление в линии нагнетания насосов Н-2 регулируется клапаном, установленным на линии возврата с нагнетания насоса Н-2 в емкость Е-1.

Компонент «Б» поступает со склада и контролируется прибором на линии до объединения с компонентом «А» перед реактором Р-4. Предусмотрена сигнализация по нижнему предупредительному значению расхода компонента «Б».

Для достижения необходимой температуры начала реакции синтеза, компонент «Б» поступает в трубное пространство трехсекционного подогревателя Т-3 для нагрева горячем пароконденсатом. Температура на выходе из подогревателя Т-3 регулируется клапаном, установленным на линии байпаса компонента «Б» помимо подогревателя Т-3.

Компонент «А» поступает в стехиометрическом избытке по отношению к компоненту «Б».

Приготовленная шихта поступает в нижнюю часть реактора Р-4, представляющего собой адиабатический реактор с насадкой из катализатора.

С верхней части реактора Р-4 реакционная смесь поступает в межтрубное пространство трехсекционного холодильника Т-5, в котором охлаждается промоборотной водой и далее направляется в реактор Р-6. Температура реакционной смеси перед реактором Р-6 регулируется клапаном, установленным на выходе промоборотной воды из холодильника Т-5, предусмотрена сигнализация по верхнему предупредительному значению параметра.

Охлажденная реакционная смесь поступает в верхнюю часть трубного пространства изотермического реактора Р-6, проходя по трубкам, заполненным катализатором, компоненты смеси вступают в реакцию синтеза, далее направляется в колонну Кт-7.

В реакторе происходит эндотермическая реакция. Температура в реакторе поддерживается подачей в межтрубное пространство перегретого пара.

Предусмотрена сигнализация по верхнему предупредительному значению температуры реакционной смеси на выходе из реактора Р-6. Предусмотрена сигнализация по верхнему предупредительному значению перепада давления на входе и выходе реакционной смеси.

Конверсия компонента «Б» 100%.

Реакционная смесь после реактора Р-6 направляется через сетчатые фильтрыФ-6а/1,2 и клапан, регулирующий давление в колонну Кт-7 для разделения продукта «П» и компонента «А». Предусмотрена сигнализация по верхнему и нижнему предупредительному значению давлению питания колоны Кт-7.

Колона Кт-7 снабжена 25 тарелками. Питание колоны подается на 18 тарелку.

Температурный режим в колонне Кт-7 поддерживается циркуляцией кубового продукта через кипятильники Т-7а с регистрацией температуры на 6 решетке.

Температура в кубе колонны Кт-7 регулируется клапаном, установленным на линии подачи пара в кипятильник Т-7а, и контролируется сигнализацией верхнего предупредительного значения параметра. Кипятильник снабжен сборником конденсата Е-7б. Уровень в емкости Е-7б регулируется клапаном, установленным на линии вывода конденсата из Е-7б с сигнализацией по нижнему и верхнему предупредительным значениям параметра.

Кубовый продукт колонны Кт-7, состоящий из компонента «А за счет перепада давления отправляется на повторный синтез в емкость Е-1. Уровень в кубе колонны Кт-7 регулируется клапаном, установленным на линии вывода кубового продукта Кт-7 с сигнализацией по нижнему и верхнему предупредительным значениям параметра. Так же замеряется расход рециклового компонента «А».

Пары верха колоны Кт-7 поступают в испаритель Т-8, где конденсация паров происходит за счет испарения жидкого пропана в трубном пространстве.

Конденсат из испарителя Т-8 стекают в емкость Е-9, а несконденсировавшиеся газы отводятся в топливную сеть.

Жидкий пропан подается в Т-8 из сепаратора О-8а, пары пропана из испарителя Т-8 возвращаются в сепаратор О-8а. Уровень в сепараторе О-8а регулируется клапаном, установленным на линии подачи жидкого пропана в сепаратор. Имеется сигнализация по нижнему и верхнему предупредительным значениям параметра. Давление в сепараторе О-8а регулируется клапаном, установленным на линии вывода газообразного пропана.

Давление верха колоны Кт-7 регулируется клапаном, установленным на линии вывода отдувок из Т-8 в топливную сеть. Имеется сигнализация по нижнему и верхнему предупредительным значениям параметра.

Продукт «П» из емкости Е-8 насосом Н-9 подается в виде флегмы в верхнюю часть колонны Кт-7, а балансовая часть откачивается на склад.

Расход флегмы в колонну Кт-7 регулируется клапаном, установленным на трубопроводе нагнетания от Н-9 в колонну Кт-7.

Уровень в емкости Е-8 регулируется клапаном, установленным на линии откачки продукта «П». Предусмотрена сигнализация по нижнему и верхнему предупредительным значениям.

**Схема 5**

Производство простых полиэфиров - полиэтиленгликолей проводится реакцией оксиэтилирования в реакторах поз. Р-1 А, В, С. Окись этилена подается поз. Р-1 В, С.

Катализатор – 20-36% раствор едкого натра подается в реактор поз. Р-1 А. Замер поступающего катализатора регулируется по прибору поз. FT 800-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на линии приема в реактор поз. FT 800-6.

Моноэтиленгликоль подается непосредственно в реактор поз. Р-1 А, который контролируется и регистрируется по прибору поз. РТ 611-1 с сигнализацией, который установлен на линии приема в реактор.

Циркулирующее стартовое вещество подогревают до температуры 110 оС путем подачи пара, которое контролируется и регистрируется по прибору поз. РТ 600-1 с сигнализацией, который установлен на линии подачи пара в реакторе, обратным ходом из общецехового коллектора пара с давлением 2,0 кгс/см2, через сепаратор поз. О-10, уровень которого регулируется по прибору поз.

LT 801-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на линии подачи конденсата в сепаратор поз. LT 801-6, а также контролируется и регистрируется по прибору поз. FE 503-1 с сигнализацией, который установлен на линии подачи конденсата в сепаратор поз. О-10, испаритель поз. Т-9 с выходом конденсата через дренажную арматуру на выходе из испарителя в общецеховой коллектор конденсата, который регулируется по прибору поз. ТТ 802-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на линии выхода из сепаратора поз. TT 802-6, а также контролируется и регистрируется уровень в испарителе по прибору поз. LT 507-1 с сигнализацией., который установлен на нижней части испарителя поз. Т-9.

Температура циркулирующего стартового вещества в реакторах поз. Р-1 В, С поддерживается за счет подачи пара 9,0 кгс/см2 в наружные змеевики реакторов поз. Р-1 В, С давление которых контролируется и регистрируется по прибору поз. РТ 600-1 с сигнализацией, который установлен на линии подачи пара в реакторе поз Р-1 В, С, с выходом конденсата от змеевиков, которые контролируется и регистрируется приборами поз. FE 505-1 и FE 506-1 с сигнализациями, которые установлены на линии выхода из реакторов поз. Р-1 В, С, а также регулируются по приборам поз. РТ 806-1 и РТ 807-1 с сигнализацией, клапана которых установлены на линиях выхода из реактора поз. РТ 806-5 и РТ 807-5, при расхождении сигнала срабатывают блокировки поз. PT 806-7 и РТ 807-7. Давление в реакторах поз. Р-1 В, С контролируется и регистрируется по приборам поз. РТ 604-1 и РТ 604-2, которые установлены на реакторах.

При достижении температуры 110 оС начинают подавать окись этилена, постепенно доведя подачу до устойчивого состояния показателей по температуре и давлению в реакторах. Начало реакции характеризуется повышением температуры и давления. Реакция проводится при 125-160 оС и постепенной стабилизацией температуры и давления по приборам, которые контролируются и регистрируются приборами ТТ 700-1 с сигнализацией, который установлен на выходе из реактора Р-1 А и РТ 601-1 с сигнализацией, который установлен на линии циркуляции реакторов Р-1 В, С. В это же время постепенным увеличением оборотов турбонасоса поз. ТН-6 и поз. ТН-8 до 4000 об/мин добиваемся максимального массообмена реакционной массы, которое контролируется и регистрируется приборами поз. РТ 606-1, РТ 607-1 и РТ 608-1 с сигнализациями, которые установлены на линии подачи реакционной массы в испаритель поз. Т-9. Оптимальной температурой оксиэтилирования является температура 150-160 оС.

Количество подаваемой окиси этилена контролируется и регистрируется прибором поз. FE 500-1 с сигнализацией, который установлен на линии подачи окиси этилена в реакторе Р-1 В, С.

Так же регулируется по прибору поз. РТ 805-1 с сигнализацией и, клапан которого установлен на линии подачи окиси этилена поз. РТ 805-5, при расхождении сигнала срабатывает блокировка поз. РТ 805-7 в реактор Р-1 В, С. Общее количество окиси этилена, которое требуется подать в реакторы, устанавливается заранее. Эта величина зависит от производимой марки простого полиэфира - полиэтиленгликоля.

Расход подаваемой окиси этилена изменяется во времени при проведении реакции, с минимального расхода в начале реакции - на стадии инициирования, до постепенного увеличения его до максимального, при стабилизации показателей температуры и давления в реакторе. За 10-15 минут до окончания реакции, остается допринять 300-500 килограммов окиси этилена, расход ее постепенно снижают до минимального с целью предотвращения резкого скачка давления в трубопроводе окиси этилена.

Уровень в реакторах поз. Р-1 А, В, С контролируется и регистрируется прибором поз. LT 501-1 с сигнализацией, который установлен на нижней части реактора Р-1 А и регулируется по прибору поз. LT 808-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на линии выхода из реактора поз. LT 808-5. Реакция оксиэтилирования протекает с выделением тепла, которое отводится из испарителя поз. Т-9 в сепаратор поз. O-10. Парокондесатная смесь, которая контролируется и регистрируется по прибору поз. FE 503-1, которая установлен на линии подачи в сепаратор поз. O-10, конденсат возвращается в испаритель, а образующийся пар с давлением 2,0 кгс/см2 контролируется и регистрируется прибором поз. РТ 602-1 с сигнализацией, который установлен на вверху сепаратора поз. 0-10, поступает в коллектор водяного пара. Система охлаждения действует по принципу естественной циркуляции. Уровень в сепараторе поз. O-10 регулируется прибором поз. LT 801-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на линии приема конденсата поз. LT 801-5.

Температура реакционной смеси на выходе из испарителя поз. Т-9 регулируется по прибору поз. ТТ 802-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на выходе вторичного пара из сепаратора поз. ТТ 802-5. Получаемый вторичный пар направляется в общецеховой коллектор пара 2,0 кгс/см2.

Регулирование реакции оксиэтилирования и контроль в реакционной системе осуществляется сложной системой регулирования, контроля и блокировок.

Давление в системе по мере протекания реакции изменяется следующим образом: 1 - повышение давления в начале реакции оксиэтилирования на стадии инициирования реакции; 2 - повышение давления в системе до давления не более 6,0 кгс/см2 при протекании реакции оксиэтилирования; 3 - падение давления в период выдержки продукта после реакции оксиэтилирования; 4 - падение давления при выгрузке готового продукта турбонасосом поз. ТН-6 и ТН-8 из реактора поз. Р-1 А в емкость поз. Е-11.

При протекании реакции оксиэтилирования, температура изменяется следующимобразом: 1 - Температура стартового вещества от 80 до 110 оС; 2 - Температура инициирования реакции (начало подачи окиси этилена) - 110ч120 оС; 3. -Температура протекания реакции – 150-160 оС.

На 2-ой и 3-ей стадиях проведения реакции оксиэтилирования, регулятор температуры непрерывно определяет разность между значением установки температуры и показанием температуры в данный момент.

При достижении общего заданного количества окиси этилена, подаваемого в реакторы, турбонасос поз. ТН-6, ТН-8 продолжает работать с циркуляцией реакционной массы через испаритель поз. Т-9 для достижения максимального поглощения окиси этилена, имеющейся в объеме реактора. Подается пар в турбины поз. ТР-5, ТР-7, которые контролируются и регистрируются по прибору поз. ТТ 702-1 и ТТ 703-1 с сигнализациями, которые находятся на турбинах поз. ТР-5 и ТР-7. Так же контролируются и регистрируются по приборам поз. РТ 612-1 и РТ 613-1 с сигнализациями, которые установлены на линии выхода пара.

На этой стадии выдержки реакционной массы, происходит снижение давления в реакторе за счет поглощения окиси этилена до 1,0-2,5 кгс/см2, а также снижение температуры до 125-135 оС.

После получения удовлетворительных анализов производится откачка готового продукта из реактора поз. Р-1 А в емкость поз. Е-11 на нейтрализацию уксусной кислотой. При минимальном уровне (4%) в реакторе поз. Р-1 А, который регулируется по прибору поз. LT 808-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на выходе из реактора поз. LT 808-5, при расхождении сигнала срабатывает блокировка поз. LT 808-7, останавливается турбонасос поз. ТН-6, ТН-8.

Реакторы поз. Р-1А, В, С, обвязка насосов поз. ТН-6, ТН-8; для полного удаления продукта продуваются азотом в емкость поз. Е-11.

Емкость поз. Е-11 предназначена для усреднения и нейтрализации уксусной кислотой щелочных простых полиэфиров. В емкости поз. Е-11 происходит охлаждение простых полиэфиров (полиэтиленгликолей) перед нейтрализацией уксусной кислотой, за счет подачи термостатированной воды, в ее наружный змеевик, температура которой контролируется и регистрируется по прибору поз. ТТ 701-1 с сигнализацией, который установлен на линии подачи в емкость поз. Е-11, а также регулируется по прибору поз. LT 804-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на выходе термостатированной воды поз. LT 804-5, при расхождении сигнала срабатывает блокировка поз. LT 804-7, из емкости поз. Е-11. В емкости поз. Е-11 после принятия партии простых полиэфиров (полиэтиленгликолей) включается в работу на циркуляцию насос поз. ТН-12, ТН-13, который контролируются и регистрируются приборами поз. РТ 609-1, РТ 610-1, ТТ 704-1, ТТ 705-1 с сигнализациями, которые установлены на линии выхода из емкости поз. Е-11 и на насосах поз. ТБ-12, ТБ-13. При температуре не более 105 оС через мерник-дозатор поз. Е-12, уровень которого контролируется и регистрируется по прибору поз. LT 508-1, который установлен на нижней части мерника-дозатора поз. Е-12, подается расчетное количество уксусной кислоты в нижнюю часть ёмкости на нейтрализацию щелочных простых полиэфиров (полиэтиленгликолей).

Степень нейтрализации ПЭГ контролируется по показателю рН, пробу отбирают с нагнетания насоса поз. ТН-12, ТН-13. При получении удовлетворительных анализов партия из емкости поз. Е-11 насосом поз. ТН-12, ТН-13 по согласованию с начальником смены откачивается в емкости через насосы поз. Н-13 и Н-14, которые контролируются и регистрируются приборами поз. РТ 614-1 и РТ 615-1 с сигнализацией, которые установлены на линии подачи в емкости ПЭГ поз. Е-15 и Е-16, которые контролируются и регистрируются прибором поз. LT 511-1 и LT 512-1 с сигнализациями, которые установлены на нижней части емкостей.

Емкость поз. Е-11 находится под «азотной подушкой», которая контролируется и регистрируется по прибору поз. FE 504-1 с сигнализацией, которая установлена на линии подачи пара в емкость поз. Е-11, для защиты от избыточного давления, которая регулируется по прибору поз. РТ 803-1 с сигнализацией, клапан которого установлен на выходе газов в атмосферу поз. РТ 803-5, при расхождении сигнала срабатывает блокировка поз. РТ 803-7, из емкости поз. Е-11.

Уровень продукта в емкости поз. Е-11 контролируется и регистрируется прибором поз. LT 502-1 с сигнализацией, который установлен внизу емкости поз. Е-11.

После опорожнения реакторного блока производится сброс давления азота из реактора узла очистки отходящих газов до 0,2-0,3 кгс/см2, после чего реакционный узел готов к следующему циклу реакции.

С целью исключения накопления несконденсировавшихся паров окиси этилена и азота во всем контуре реакторов поз. Р-1А, В, С создается вакуум давлением минус 0,45÷0,5 кгс/см2 абс. вакуум-насосом поз. Н-3, Н-4, которые контролируются и регистрируются по приборам поз. PT 602-1 и РТ 603-1 с сигнализациями, которые установлены на линии выхода, а также контролируются и регистрируются по приборам поз. FE 509-1 и FE 510-1 с сигнализациями, которые установлены на линии входа насосов поз. Н-3 и Н-4. Пары после вакуум-насоса из сепаратора поз. О-2 выводятся по линии в скруббер, а жидкость сливается в емкость.

***Приложение 5***

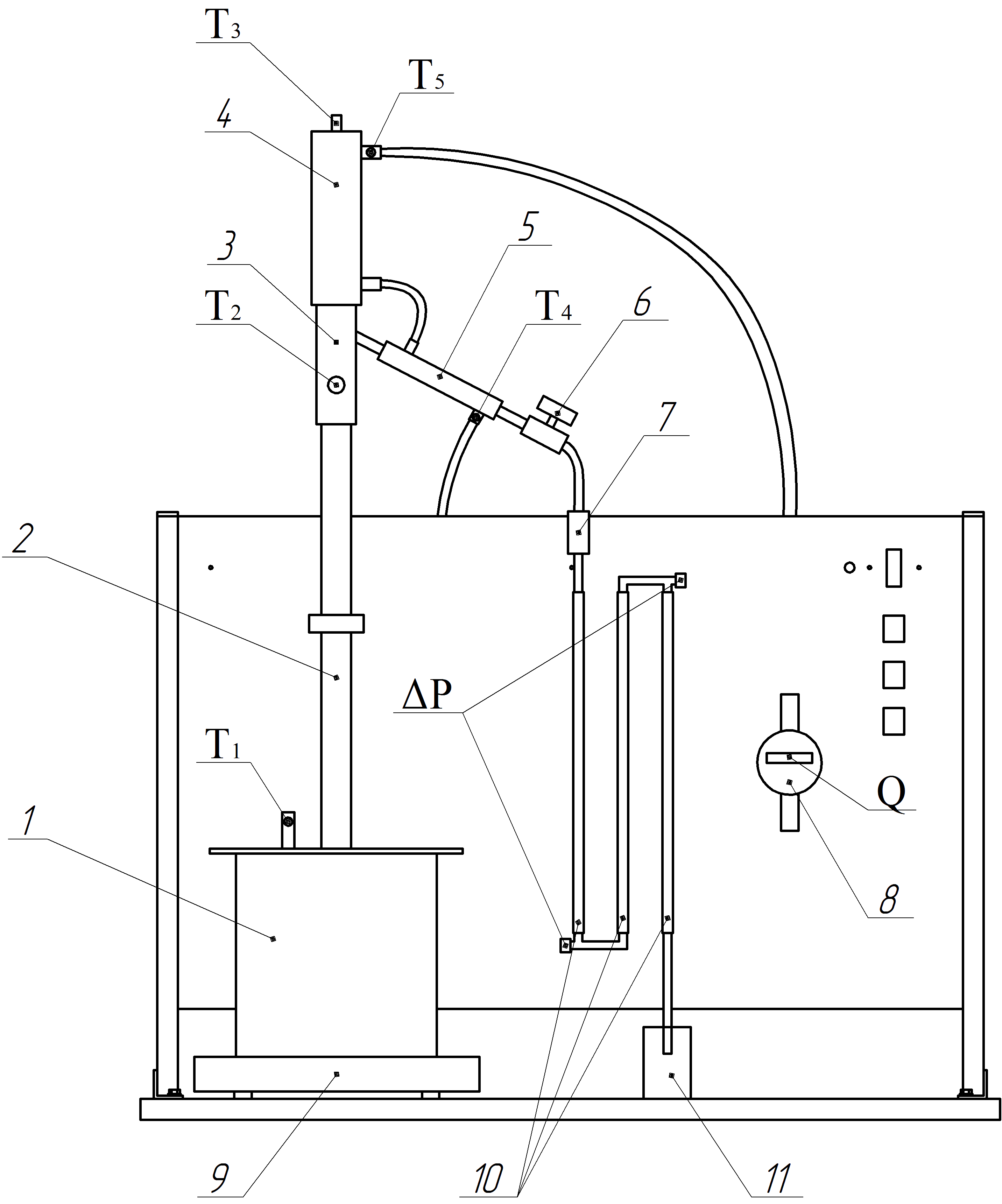
**НАРЯД-ДОПУСК №\_\_\_\_**

**на проведение газоопасных работ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1**. Подразделение филиала: | | | | | Модуль В | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | (цех, производство, установка) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2**. Место проведения работ: | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | (отделение, участок, агрегат,аппарат, коммуникации) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3**.Планируемое время проведения работы: | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| Регламентированные перерывы: | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| **4.**Характер выполняемых работ: | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **5.** Ответственный за подготовительные работы: | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | (должность, Ф.И.О.) | | | | | | | | | | | | |
| **6.** Ответственный за проведение работ: | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | (должность, Ф.И.О.) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **7.**Мероприятия по подготовке объекта к проведению газоопасных работ и последовательность их проведения: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **8.**Приложение: | | | Схема границ опасной зоны | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **9.** Мероприятия, обеспечивающие безопасное проведение работ: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **10.** Средства индивидуальной защиты: | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **11.**Наряд допуск выдал: | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | (должность, фамилия, инициалы, подпись, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **12.** Мероприятия согласованы: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с группой по охране труда | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | (фамилия, подпись, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с взаимосвязанными цехами | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | (наименование смежного подразделения, ФИО, подпись, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **13.**Состав бригады и отметки о прохождении инструктажа: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № п/п | Дата и время проведения работ | | ФИО  членов бригады | | | | | | | | Профессия | | | | | | | | С условиями работы ознакомлен, инструктаж получил,подпись | | | Инструктаж провел (фамилия, подпись) | | | Из бригады  исключен, дата, время, подпись ответственного за проведение работ | |
| 1. |  | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | |  | | |  | |
| 2. |  | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | |  | | |  | |
| 3. |  | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | |  | | |  | |
| 4. |  | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | |  | | |  | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **14.** Анализ воздушной среды перед началом и в период проведения работ: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Дата и время отбора проб | | Место отбора проб | | | | | | | | | | | Определяемые компоненты | | | | | Допустимая концентрация | | Марка, номер прибора | | | Результаты анализа  воздуха: | | | Подпись лица,проводившего анализ: |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | |  | | | | | | | | | | |  | | | | |  | |  | | |  | | |  |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **15.**Мероприятия по подготовке к безопасному проведению работ согласно наряду-допуску выполнены: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ответственный за подготовительные работы  (ФИО, подпись, дата, время) | | | | | | | | | | | | | | | | Ответственный за проведение газоопасных работы  (ФИО, подпись, дата, время) | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **16.**Возможность производства работ подтверждаю: | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | (ФИО, подпись представителя группы по охране труда, время, дата) | | | | | | | | | | | |
| **17.**К производству работ допускаю: | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | (ФИО начальника смены ДС/сменного инженера, подпись, время, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **18.** Срок действия наряд допуска продлен: | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | |
| Дата и время проведения работ | | | Возможность работ подтверждаю | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Начальник цеха | | | | | | Ответственные за подготовительные работы | | | | | | | Ответственный за проведение работ | | | | | Представитель группы по охране труда | | | Начальник смены | | |
|  | | |  | | | | | |  | | | | | | |  | | | | |  | | |  | | |
|  | | |  | | | | | |  | | | | | | |  | | | | |  | | |  | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **19.** Работа выполнена в полном объеме, наряд-допуск закрыт: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (подпись начальника смены, ФИО, время, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (подпись ответственного за проведение работ, ФИО, время, дата) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

***Приложение 6***

**Описание экспериментальной установки**

Процесс ректификации на лабораторной установке с электрическим нагревателем (9) и периодической заправкой спиртосодержащего сырья.

Установка состоит из испарительного куба (1), вертикально установленной на его крышке ректификационной колонны (2), и электрического нагревателя (9).

Основная часть установки представляет составную колонну, которая - делится на верхнюю (3) и нижнюю (2) ректификационную часть. Верхняя часть включает в себя конденсирующее устройство (4), охладитель (5), регулятор отбора спирта (6) и систему связывающих их патрубков (10). При ректификации в конденсатор (4) и теплообменник (5), выполненный по схеме «труба – в трубе», постоянно противотоком поступает охлаждающая вода. В верхней части испарительной емкости сделаны выводы манометрической трубки для измерения давления образующегося пара и перепада давления в колонне.

Процесс ректификации на учебной установке РУМ-05 производительностью 0,5 л в час, осуществляется следующим образом:

- вначале кубовая жидкость с помощью электрического нагревателя, работающего в стартовом режиме с мощностью 1 кВт, доводится до кипения,

- образующийся в кубе пар поднимается по ректификационной колонне и попадает в конденсатор (8), где конденсируется, образуя дистиллят,

- часть дистиллята (флегма) возвращается в верхнюю царгу, а оставшаяся часть через охладитель (5) и поступает в приемную емкость (11). Соотношение между расходами флегмы и отбираемого дистиллята называется флегмовым числом и управляется вручную регулятором отбора дистиллята (6). При этом по всей высоте колонны происходит непрерывный процесс тепломассообмена между стекающей вниз флегмой и поднимающимся вверх паром. В результате в верхней части колонны накапливается в виде пара и флегмы самый легкокипящий компонент кубовой жидкости, а следом за ним по высоте колонны выстраивается «очередь» других веществ с большей температурой кипения,

- с помощью управляемого вручную регулятора отбора дистиллята организуется медленный и последовательный отбор этих веществ в приемную емкость №1, с последующей их идентификацией по компьютерным записям температуры паров, поступающих в конденсатор и учетом фактического атмосферного давления. Таким образом, используя отдельные приемные емкости, в процессе ректификации раздельно получают все значимые компоненты исходной смеси и проводят их качественный и количественный анализ,

- после выхода легкокипящих компонентов и при достижении температуры паров 56,25 °С начинается наиболее продолжительный период работы по ректификации самого ацетона. При этом схема работы колонны остается неизменной – флегма течет вниз, а пар движется вверх. Для такого встречного движения существует некоторая предельная скорость пара, при которой гравитационные силы, обеспечивающие стекание флегмы вниз, не в состоянии преодолеть противодействующий им динамический напор пара. Тогда флегма сначала замедляет свою скорость течения вниз, затем просто останавливается, повисая в колонне, и начинает накапливаться в ее ректификационной части. Происходит захлебывание колонны, захлебывание является нерасчетным режимом работы ректификационной колонны и в таком состоянии она может находиться не более 30-60 с. За это время флегма заполняет ее внутреннюю полость и дефлегматор, а затем происходит аварийный выброс флегмы через верхний штуцер дефлегматора. Начало захлебывания можно определить по возникновению характерных пульсаций на записи перепада давления в колонне и появлению звуков «булькающего» шума при работе установки,

- предельная скорость пара зависит от конструкции контактных элементов, загромождения ими внутреннего сечения колонны. Обычно она находится в пределах 0,5 до 1,2 м/с. При этом максимальная эффективность разделения смеси реализуется как раз при работе колонны вблизи состояния захлебывания. Однако колонну с любыми контактными элементами можно нагружать и меньшими потоками пара, уменьшая мощность, выделяемую нагревателем. На установке для этого реализуются два режима работы нагревателя: стартовый – для доведения кубовой смеси до кипения (1,0 кВт) и технологический (0,5 кВт) для ректификации,

- стоит обратить внимание, что захлебывание колонны может наступить и при правильно подведенной к нагревателю технологической мощности. Существует несколько причин такого явления: засорение нижней части колонны пеной за счет использования некачественного содержащего сырья, переполнения испарительной емкости перерабатываемой жидкостью, попытки использования колонны в высокогорной области. Необходимо также контролировать наличие повышенного напряжения в сети, приводящего к заметному увеличению мощности, выделяемой нагревателем,

- для получения высококачественного ацетона-ректификата флегмовое число должно быть не менее трех. Это означает, что из 4 частей дистиллята в спиртоприемник отбирается одна часть, а три остальные части должны быть отправлены обратно в ректификационную колонну для орошения ее контактных элементов. Отбор дистиллята установлен правильно, если через 5-15 мин после прекращения отбора температура паров в верхней части колонны не уменьшилась,

- при полностью открытом отборе дистиллята флегмовое число становится равным нулю. При этом контактные элементы ректификационной колонны полностью «иссушаются» и ректификационная установка превращается в примитивный самогонный аппарат с низкой очисткой и недостаточно высокой концентрацией получаемого ацетона,

- в примесях, содержащихся в бражке, обнаруживается около 70 разнообразных компонентов. Это кислоты, ацетоны, эфиры, альдегиды, легкие и тяжелые спирты, сивушные масла и т.д. Они образуются в период приготовления сусла, накапливаются при брожении, а при перегонке полностью переходят в ацетон-сырец. Количество примесей в обезвоженном дистилляте обычно не превышает 6%. С практически точки зрения их можно условно разделить на две группы по температуре их кипения в сравнении сректификатом: головные, легкокипящие 2,5% и низкокипящие, хвостовые 3,5%,

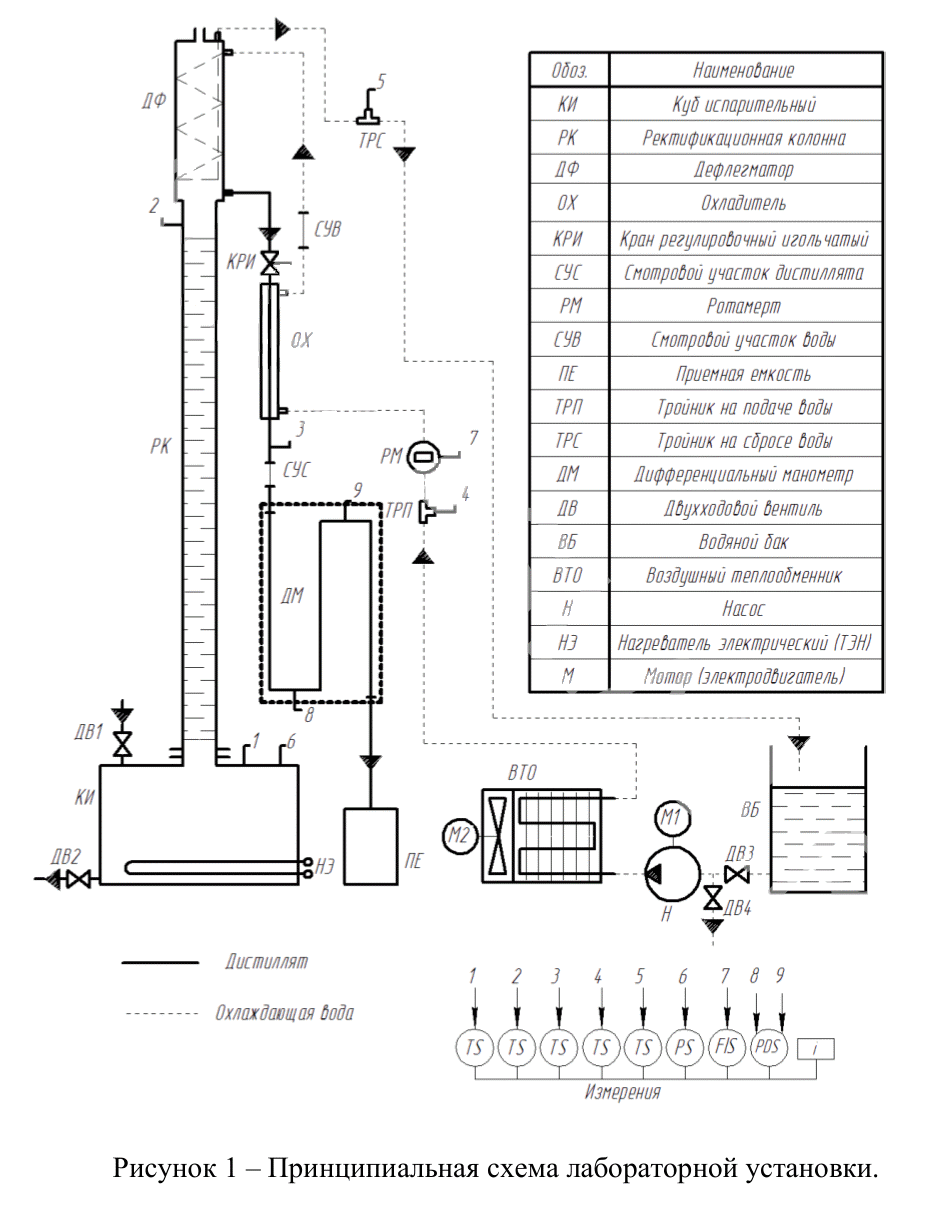
- отбор ацетона завершается при достижении температуры его паров на 0,1 выше 56,25 °С. Условно считается, что количество низкокипящих примесей, находящихся в этот момент в получаемом ацетоне, соответствует допустимым нормам,

- выключение установки производится после отбора фракций примесей. Этот отбор не является ответственным этапом ректификации и не предполагает изменение настройки колонны, а лишь замену приемной емкости №2 на №3. Отбор хвостовых фракций завершается при достижении температуры пара в конденсаторе порядка 72-76 °С.

В ходе лабораторного эксперимента концентрацию получаемого ацетона определяют по текущим значениям его плотности (статическому давлению тарированного столба жидкости, отводимой в спиртоприемник с учетом ее температуры). Измерение перепадов давления пара на ректификационной колонне и гидростатическом ареометре, температур пара и жидкости по длине колонны и отводимого конденсата производится с помощью датчиков давления МХ 5010 и термопар, электрические выходы которых заведены на многоканальный измеритель МВА 8. Измерения основных параметров, характеризующих процесс, регистрируются компьютерной системой измерения и в режиме реального времени отображаются на экране, как и результаты машинной обработки полученных данных.

***Приложение 7***

**Схема лабораторной установки и расположения приборов**



1 – температура в кубовом испарителе

2 – температура в верхней части колонны

3 – температура дистиллята

4 – температура охлаждающей воды на входе в установку

5 – температура охлаждающей воды на выходе из установки

6 – давление в кубовом испарителе (Р)

7 – расход охлаждающей воды (Q)

8,9 – разность давлений дистиллята (∆Р)

***Приложение 8***

**Описание интерфейса регулятора мощности.**

Кнопки управления:

«Сеть 220В» - электропитание стенда

Электрический нагревать (НЭ) включается с помощью регулятора нагрева РМЦ-3. Для этого РМЦ необходимо включить в розетку, расположенную на задней стороне стенда, на передней панели блока размещён контроллер регулятора мощности РМЦ-3.



Рисунок 2 – Схема контроллера регулятора мощности РМЦ-3

Регулятор может находится в одном из двух режимов:

* рабочий режим – регулятор в зависимости от значения параметра **УПР** может находиться с одном из двух режимов управления:

- полуавтоматический режим управления (**ПАВ**);

- режим внешнего управления (**ВНЕ**).

* режим настройки параметров, хранящихся в энергонезависимой памяти – нагрузки не производится.

**Надписи на индикаторе**

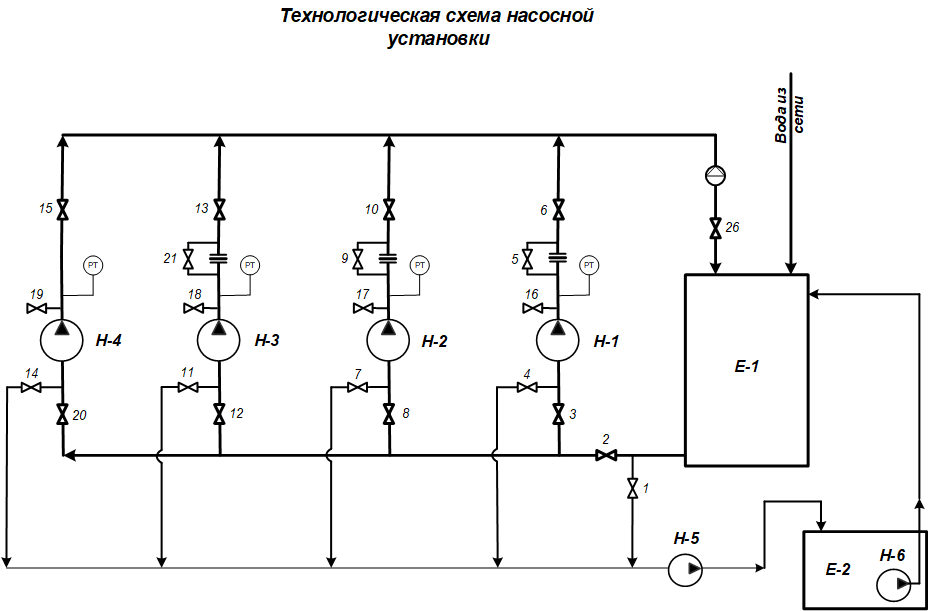
|  |  |
| --- | --- |
| Надпись | Пояснение |
| **ПАР** | Надпись появляется, если при включении питания одновременно нажаты кнопки «<**»** и «>**»**. Режим редактирования параметров. |
| **НАЧ** | Надпись появляется при включении питания, если регулятор настроен на полуавтоматический режим управления. |
| **ВНЕ** | Надпись появляется при включении питания, если регулятор настроен на режим внешнего управления. |
| **ПАУ** | Надпись мигает, если регулятор находится в состоянии паузы. Мощность с нагрузки снята. Если крайняя правая точка на индикаторе светится, то пауза вызвана внешним сигналом «Стоп». |
| **РАЗ** | Надпись мигает, если регулятор находится в состоянии разгона. На нагрузке максимальная мощность. Если крайняя правая точка на индикаторе светится, то разгон вызван внешним сигналом «Разгон». |
| **НН** | Напряжение на нагрузке. Режим индикации, при котором мощность отображается и задаётся в виде действующего значения напряжения в вольтах. |
| **НС** | Напряжение в сети. Режим индикации, при котором отображается сетевое напряжение. Мощность при этом задаётся в процентах. |
| **АБС** | Абсолютное (пересчётное) значение мощности. Режим индикации, при котором мощность отображается и задаётся в киловаттах. |
| **ПР** | Процент от паспортной мощности нагрузки. Режим индикации, при котором мощность отображается и задаётся в процентах от паспортной мощности нагрузки. |
| **Мигающее значение величины** | Значение заданной мощности мигает, когда оператор переходит в режим его изменения. Через 3 секунды мигание должно прекратиться.  Если после редактирования мигание не прекратилось через 3 секунды, либо мигание появилось в процессе работы, это означает, что регулятор не может обеспечить заданную мощность из-за низкого сетевого напряжения в текущий момент.  При невозможности поддержания заданной мощности по причине отказа регулятора на индикаторе мигает либо «0», либо текущее световое напряжение, либо максимальное значение мощности.  **При этом необходимо обесточить блок!** |

Для изменения значения параметра необходимо нажать кнопку «**В**» и кнопками «**<**» и «**>**» выставить необходимое значение.

Для выхода из режима настройки параметров и перехода в рабочей режим необходимо нажать и длительно удерживать кнопку «**В**».

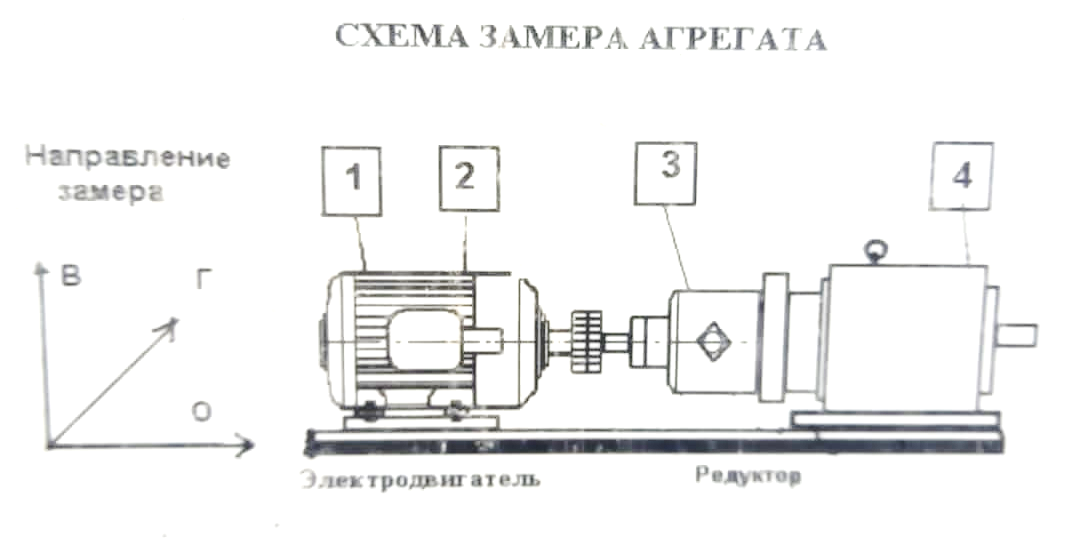
***Приложение 9***

**Технологическая схема обвязки насосного оборудования**



***Приложение 10***

**Схема замера агрегата**



***Приложение 11***

**Технологическая схема пуска и останова технологической установки**

**Колонна разделения бутанов - экономика производства**

Кубовый продукт депропанизатора C-2 является смесью i-C4 и n-C4, разделение которых происходит в колонне C-1.

Колонна разделения бутанов С-1 представляет собой колонный аппарат высотой 60 450 мм, диаметром 1 500 мм, оснащенный 91 однопоточной тарелкой. Бутановое сырье поступает в колонну на тарелку № 46, считая снизу.

В колонне С-1 предусмотрена регистрация давления:

·в верхней части колонны прибор поз. PIR-107А;

·на 46 тарелке прибор поз. PIR-107В;

·в кубе колонны прибор поз. PIR-107С.

В колонне С-1 предусмотрен контроль следующих показателей перепада давления:

- общего перепада прибором поз. PDIRA-107С (сигнализация при 70 кПа и более);

- в верхней части (выше ввода сырья) прибором поз. PDIRA-107A (сигнализация при 33 кПа и более);

- в нижней части (ниже ввода сырья) прибором поз. PDIRA-107В (сигнализация при 37 кПа и более).

Требуемая тепловая нагрузка в куб колонны обеспечивается подачей ВЦО колонны С-3 насосами Р-108 в ребойлер Т-3.

Температура сырья на тарелке № 1, считая снизу, по прибору поз. ТIRCA-003 (62-66 ℃) регулируется клапаном-регулятором поз. ТV-003 на выходе из Т-3. Предусмотрена сигнализация:

- минимального (61°С) и максимального (68°С) значения температуры.

На входе и выходе продукта куба колонны С-1 из ребойлера Т-3 предусмотрена регистрация температуры приборами поз. ТIRА-121 и поз. TIRA-004, с сигнализацией нижнего (60°С) и верхнего (70°С) значения.

Давление верхнего продукта C-1 в пределах 520 – 580 кПа изб. регулируется прибором поз. PIRCA-001, управляющий клапаном поз. PV-001. При достижении минимального (500 кПа изб.) и максимального (600 кПа  изб.) значений срабатывает сигнализация.

Давление в шлемовом трубопроводе колонны С-1 регистрируется прибором поз. PZSA-111.

Пары верха колонны C-1, конденсируются в теплообменнике Т-1 и собираются в рефлюксной емкости Е-1. Температура конденсата на выходе теплообменника Т-1 регулируется по прибору поз. TIRCA-001 клапаном-регулятором поз. ТV-001 на входе в Т-1. При достижении минимальной (36 °С) и максимальной (48 °С) температуры срабатывает сигнализация.

Рабочее давление в рефлюксной емкости Е-1 (430 – 530 кПа изб.) регулируется с помощью регулятора давления поз. PIRCA-002 с сигнализацией минимального значения 430 кПа изб., действующему в разделенном диапазоне на регулирующий клапан поз. PV-002 на линии отходящих газов в трубопровод топливного газа к Е-3, когда рабочее давление в емкости Е-1 превышает регламентированное значение (вследствие скопления неконденсируемых паров), и давление в сети топливного газа не выше 430 кПа изб.

Температура в рефлюксной емкости Е-1 регистрируется прибором поз. TIRA-116 с сигнализацией максимального значения 55°С.

Часть изо-бутановой фракции из рефлюксной емкости Е-1, перекачивается насосами Н-1A/B (один рабочий и один резервный) на верхнюю тарелку колонны C-1 в качестве орошения. Температура верха колонны С-1 в пределах 48-51 ℃ контролируется прибором поз. TIRCA-002, управляющий клапаном поз. TV-002.

Предусмотрена сигнализация:

·минимальной (46°С) и максимальной (53°С) температуры.

Расход орошения регистрируется прибором поз. FIR-109.

Другая часть изо-бутановой фракции - товарный изобутан, который направляется в резервуарный парк за границу установки, предварительно охлаждаясь оборотной водой в холодильнике Т-2.

Расход и давление товарного изобутана после Т-2 регистрируется приборами поз. FIR-118 и поз. PIR-119. Температура товарного изобутана контролируется прибором поз. TIRСA-120 и регулируется клапаном-регулятором поз. TV-120. При достижении значения температуры более 40℃ срабатывает сигнализация. Также на линии предусмотрен контроль общего содержания изобутана анализатором поз. AIRA-002. При минимальном значении концентрации (85% масс) срабатывает сигнализация.

Также на линии предусмотрен отсекатель поз. UV-004.

Уровень в рефлюксной емкости Е-1 в пределах 40-60% контролируется прибором поз. LIRCA-002, предусмотрена сигнализация минимального (32%) и максимального (70%) значений уровня. При достижении аварийного минимального уровня 11% срабатывает блокировка с отключением насосов Н-1А/В. При достижении аварийного максимального уровня 85% срабатывает блокировка с открытием отсекателя поз. UV-008.

Давление на выкиде насоса Н-1А/В регистрируется прибором поз. PIR-112.

n-Бутан из куба C-1 подается в резервуарный парк за границу установки, предварительно охлаждаясь оборотной водой в холодильнике Т-4. Расход и давление товарного н-бутана после Т-4 регистрируется приборами поз. FIR-102 и поз. PIR-101. Температура товарного н-бутана контролируется прибором поз. TIRСA-103 и регулируется клапаном-регулятором поз. TV-103. При достижении значения температуры более 40℃ срабатывает сигнализация. Также на линии предусмотрен контроль общего содержания н-бутана анализатором поз. AIRA - 001. При минимальном значении концентрации (85% масс) срабатывает сигнализация.

Также на линии предусмотрен отсекатель поз. UV-001.

Уровень в кубе колонны С-1 в пределах 35-65% контролируется прибором поз. LIRCA-001, предусмотрена сигнализация минимального (27%) и максимального (73%) значений уровня. При достижении аварийного максимального уровня 85% срабатывает блокировка с открытием отсекателя поз. UV-007.

Для аварийного сброса давления (570 кПа изб.) с блока предусмотрен отсекатель поз. UV-005 на линии газов на факел с Е-1.

**Нормальный пуск**

1)Принять воду на секцию. Собрать схему (открыть ручную арматуру).

 2)Направить сырье в отгонную колонну С-1.

 3)Выстроить контур C-1 → Т-4 → резервуар легких некондиционных продуктов.

 4)Когда уровень куба колонны достигнет нормального рабочего значения, подключить ребойлер Т-3. Начать прогрев куба.

 5)Постепенно увеличить давление в колонне до нормального рабочего значения.

 6)Постепенно увеличить давление в рефлюксной емкости до нормального рабочего значения.

 7)По мере увеличения уровня в рефлюксной емкости Е-1, включить насос рефлюкса Н-1A, подав орошение в колонну С-1.

 8)По мере увеличения уровня в рефлюксной емкости Е-1, направить некондиционные продукты в специальные хранилища.

 9)Как только кубовый продукт начинает отвечать требуемому качеству, направить продукт на границу установки.

 10)Как только дистиллят начинает отвечать требуемому качеству, направить продукт на границу установки.

**Нормальный останов**

1)Уменьшить подачу сырья в С-1.

 2)Для минимизации количества некондиционных продуктов снизить подачу теплоносителя в ребойлер Т-3.

 3)Продолжить охлаждение секции стабилизации и газофракционирования.

 4)С охлаждением системы в рефлюксных емкостях будет собираться меньше жидкости, а также будет уменьшаться циркуляция орошения.

 5)Направить некондиционные продукты в парк некондиционных продуктов.

 6)Закрыть подачу горячего теплоносителя в Т-3.

 7)Закрыть подачу сырья в С-1.

 8)Остановить насос орошения Н-1А.

 9)Дренировать жидкость, собравшуюся внизу колонны и в рефлюксной емкости.

10) Дренировать жидкость, собравшуюся в трубной секции Т-3.

 11) Полностью сбросить давление в системе на факел через рефлюксную емкость.

 12) Остановить подачу оборотной воды в теплообменники.

***Приложение 12***

**Основные экономические показатели**

На панели РСУ от вендора ИНТАЧ представлены основные показатели процесса в виде спидометров. На них опираются и ориентируются, в первую очередь, при запуске данной установки.

В правом верхнем углу располагается кнопка, при нажатии на которую откроется таблица с технико-экономическими показателями, в которой более подробно показаны все остальные экономические показатели.

В данной таблице представлены:

   - Материальные и энергозатраты, а также их нормы расхода (отношение затраченного сырья или энергоносителей в кг, к полученным продуктам в тоннах);

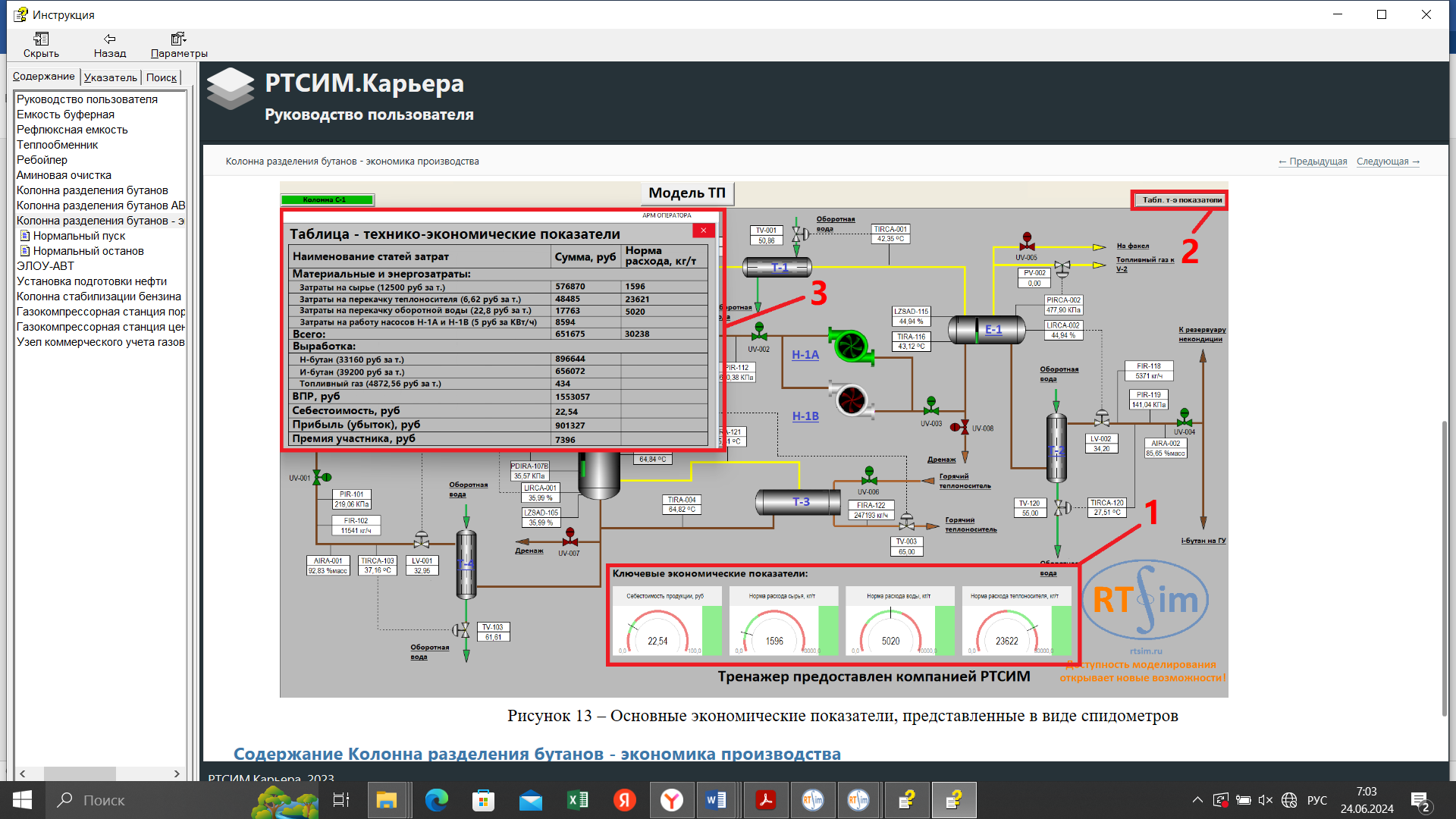
   - Выработка, которая показывает стоимость отдельных продуктов;

   - ВПР (выручка от продажи продукции), показывает стоимость всей продукции;

   - Себестоимость, показывающая затраты предприятия на производство одного килограмма продукции;

   - Прибыль, полученная в процессе работы установки;

   - Премия участника, принимавшего участие в запуске установки.



***Приложение 13***

**Краткая инструкция пользователя КТК**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Расположение** | **Описание** |
|  |  | Регистрация нового пользователя осуществляется по алгоритму:  «Регистрация» → «Добавить» → «Ок» → «Выбрать» → Выбор пользователя и ввод пароля → «Ок» |
|  |  | В режиме обучения доступен инструмент «Виртуальный инструктор». Виртуальный инструктор - подробная пошаговая технологическая инструкция, состоящая из элементарных действий, которые должен выполнять оператор.  Нажимаем на кнопку «Виртуальный инструктор». Сворачиваем, нажав на «-». Нажав на строчку в инструкции, виртуальный инструктор будет выделять необходимый элемент и описывать необходимое действие над ним. |
|  |  | Нажать кнопку «Старт» для начала моделирования. |
|  |  | Переход на РСУ осуществляется нажатием на кнопку «РСУ». |
|  |  | После окончания выполнения упражнения нажать на кнопку «Завершить». |
|  |  | Открытие ручной арматуры выполняется 2 способами:   1. Плавное открытие – перемещением колёсиком мыши; 2. Полное открытие нажатием на зелёный круг.   Закрытие ручной арматуры осуществляется аналогично. |
|  |  | Для возврата на окно, моделирующее поле, нажать на прямоугольную кнопку справа от логотипа и лампочки в РСУ. |
|  |  | Управление регулирующим клапаном в ручном режиме осуществляется из дополнительного окна. Открыть окно можно нажатием на желтую стрелку, которая располагается слева от шкалы.  Также можно открыть дополнительное окно для ввода процента открытия клапана. Сделать это можно нажатием на значение в строке MV.  Изменить процент открытия/закрытия клапана можно нажатием на стрелку вверх или вниз.  Либо вводом данных в строку DATA и нажатием на Enter. |