

УДК 65.011.56:62-69:53.087:53.088

Р. К. Нургалиев, В. В. Кузьмин, Ю. А. Куликов,
А. В. Чупаев, Р. Р. Галямов, А. А. Гайнуллина

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УЗЛОВ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Ключевые слова: лабораторный стенд, узел учета жидких продуктов, автоматизированные системы.

В статье описывается установка, предназначенная для проведения практических занятий со студентами профильных специальностей института Управления, автоматизации и информационных технологий, а также со слушателями ФПК с целью изучения принципов организации и функционирования современных автоматизированных узлов коммерческого и оперативного учета жидких продуктов.

Keywords: laboratory unit, accounting systems of liquids, automation system.

This article describes the unit, that is designed for practical classes with students of Institute of Management and Automation, as well as with the students of the refresher course for the study of the principles of organization and functioning of the modern automated commercial sites and records of liquid products.

Функциональная структура стенда показана на рис. 1. Стенд включает в себя следующие узлы: основной гидравлический контур, блок фильтров, блок измерительных линий, блок измерения параметров состава и качества контролируемого продукта (БИК) и автоматизированную систему обработки информации и управления работой стенда (СОИиУ) [1].

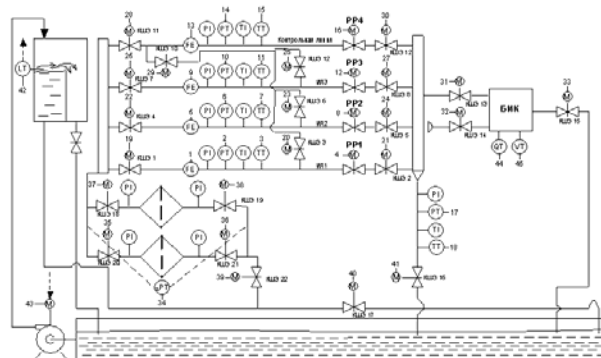
В состав гидравлического контура входят накопительный резервуар, циркуляционный насос, напорный бак и трубопровод, имитирующий контролируемый магистральный трубопровод.

Каждый из перечисленных блоков, в соответствии с блочно-модульным принципом построения, изготовлен в виде автономной функциональной подсистемы, обеспечивающей выполнение определенной заданной функции. Такое решение делает конструкцию стенда более гибкой и позволяет при необходимости легко встраивать в его структуру новые конструктивно совместимые функциональные блоки.

Задачей основного гидродинамического контура является обеспечение спокойного (без существенных пульсаций расхода) течения рабочей среды по трубопроводу, плавного регулирования расхода и стабилизации его значений в нужных точках диапазона (1-9) м³/ч. Подача жидкости в трубу осуществляется либо через напорный бак, либо непосредственно из нагнетательной линии насоса. В качестве нагнетателя применен насос Grundfos CME-10 мощностью 5 кВт с частотно-регулируемым приводом, который обеспечивает максимальный расход через трубу 4 Q_{max}=9 м³/ч при давлении нагнетания 6 кгс/см². Предварительные расчеты показали, что указанных значений достаточно для обеспечения нормальной работы вихревого и массового расходомеров с условным проходом D_y = 15 мм во всем их рабочем диапазоне.

Если подача рабочей жидкости осуществляется через напорный бак, то режим течения получится более стабильной, но диапазон

регулирования расхода будет существенно более узким, что приемлемо только для электромагнитных расходомеров.



Приборы по месту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Щит контроля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Контроль																									
Регистрация																									
Сигнализация																									
Управление																									
Блокировка																									

Приборы по месту	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Щит контроля	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Контроль																				
Регистрация																				
Сигнализация																				
Управление																				
Блокировка																				

Рис. 1 - Функциональная схема лабораторного стенда-имитатора узла учета жидких продуктов

Блок фильтров укомплектован двумя параллельно установленными фильтрами (с металлическими фильтрующими сетками), работающими попеременно. На входе и выходе каждого из них установлены шаровые полнопроходные краны с ручным и дистанционным управлением.

Текущий контроль состояния фильтрующих элементов осуществляется по разности давлений между входным и выходным коллекторами блока. Для этих целей в соответствующих контрольных точках установлены показывающие манометры и дифференциальный датчик давления EJX110A для передачи информации о текущем значении перепада ΔP_{ϕ} в СОИиУ [2].

Блок измерительных линий включается в себя входной и выходной коллекторы, между которыми располагаются измерительные линии, оснащенные преобразователями расхода разных типов.

При конструировании данного блока были учтены требования нормативных документов по протяженностям пред- и поствключенных прямолинейных измерительных участков.

Перед входом и на выходе каждой измерительной линии установлены шаровые краны с автоматическим приводом.

Общее число линий выбрано равным 4, из которых 3 отнесены к разряду рабочих, а одна – к разряду контрольных. На рабочих линиях установлены расходомеры типов RotaMASS, YEWFO и ADMAG AXF025G, а на контрольной – типа ADMAG AXF класса 0,2.

Блок измерительных линий выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов, что позволяет производить полный цикл оперативной поверки каждого рабочего расходомера по контрольному расходомеру.

Типоразмеры и рабочие диапазоны всех расходомерных устройств соответствуют возможностям нагнетательной системы стенда. Кроме преобразователей расхода на каждой измерительной линии установлены манометры и датчики давления, показывающие термометры и термопреобразователи, а также регулирующие клапаны с электрическим дистанционно управляемым приводом.

Для обеспечения безкавитационного режима течения контролируемой среды через измерительные линии избыточное рабочее давление в самом узком их сечении поддерживается не ниже следующего значения:

$$P_p = 2,06 P_n + 2 \Delta P,$$

где P_p – минимальное значение избыточного рабочего давления в месте сужения трубопровода МПа; P_n – давление насыщенных паров контролируемой жидкости МПа; ΔP – перепад давления на суженной части трубопровода при максимальном значении расхода через нее МПа.

БИК (блок измерения параметров состава и качества контролируемой среды) обычно устанавливается на байпасе основного трубопровода или коллектора блока измерительных линий. Таким образом, через него проходит не весь поток контролируемой среды, а только его часть.

Приборный состав и технологическая схема БИК зависят от перечня параметров, подлежащих измерению на конкретном узле учета и от типа применяемых в блоке измерительных линий расходомерных устройств.

В нашем случае в состав данного блока включены проточный вибрационный вискозиметр, анализатор качества воды серии EXA-100 и анализатор плотности ДМ8, укомплектованный измерителями избыточного давления и расхода, а также пробоотборным устройством.

Для правильной работы БИК обеспечены условия представительности отбираемых проб и так называемые изокINETические условия, которые позволяют проводить анализы в реальном масштабе времени.

Условия изокINETичности обеспечены регулируемой производительностью циркуляционных насосов, а условия представительности отбираемых проб - выбором пробозаборных и пробоотборных устройств.

Автоматизированная система обработки информации и управления работой стенда включает в себя щит контроля и управления с контроллером STARDOM, а также АРМ оператора/инженера на базе персонального компьютера, оснащенного программными средствами для сбора данных, визуализации процесса и для решения задач проектирования прикладного программного обеспечения. В настоящее время она настроена на выполнение следующих функций:

- измерение в автоматическом режиме, индикацию и сигнализацию предельных значений объемного расхода воды по 1-ой, 2-й и 4-й измерительных линиях при рабочих условиях;
- измерение в автоматическом режиме, индикацию и сигнализацию предельных значений массового расхода воды по 3-й измерительной линии при рабочих условиях;
- приведение измеренного объема к стандартным условиям;
- определение суммарного объема перекачиваемой воды в единицах объема за отдельные периоды (1 час, 2 часа, смену, сутки);
- измерение в автоматическом режиме, индикацию и сигнализацию предельных значений давления воды на каждой измерительной линии и на выходном коллекторе;
- измерение в автоматическом режиме, индикацию и сигнализацию предельных значений температуры воды на измерительной линии и на выходном коллекторе;
- измерение в автоматическом режиме, индикацию и сигнализацию предельных значений перепада давления на фильтрах;
- вычисление средних значений за отчетный период температуры и давления воды при рабочих условиях;
- управление измерительными линиями (включение, выключение, переключение);

– формирование журналов сообщений.

Литература

1. Тухватуллин А.Р. Аттестация эталонов единиц массового и объемного расходов жидкости / А.Р. Тухватуллин, Р.А. Корнеев, А.В. Колодников, Р.Р.

Нигматуллин, Р.И. Ганиев // Вестник Казан. технол. ун-та. –2012. –Т. 15, № 18. – С. 245-247.

2. Герке А.Р. Основные направления при подготовке студентов в лаборатории измерительных приборов современных технологических производств / А.Р. Герке, А.В. Лира // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2012. –Т. 15, № 21. – С. 212-214.

© **Р. К. Нургалиев** - канд. техн. наук, доц. каф. АССОИ КНИТУ, nurgaliev@mail.ru; **В. В. Кузьмин** - канд. техн. наук, доц. каф. САУТП КНИТУ, sautr@kstu.ru; **Ю. А. Куликов** - канд. техн. наук, доц. той же кафедры; **А. В. Чупаев** - канд. техн. наук, доц. той же кафедры; **Р. Р. Галямов** - ст. препод. той же кафедры; **А. А. Гайнуллина** – асс. той же кафедры, alinagainullina@rambler.ru.