

УДК 681.5; 622.279.51

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ДЛЯ ПЕЧИ ОТЖИГА
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ**

**THE SYSTEM OF PENETRATION CONTROL FOR ANNEALING
FURNACE FOR OIL-WELL TUBING**

Хорошавина Е.А., Прахова М.Ю., Краснов А.Н., Валиев Л.С.

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

E.A. Khoroshavina, M. Yu. Prakhova, A. N. Krasnov, L.S. Valiev

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: khoroshavinaelena@rambler.ru

Аннотация. В работе рассмотрен актуальный вопрос обеспечения безопасности технологического процесса отжига насосно-компрессорных труб. Отжиг насосно-компрессорных труб осуществляется с целью их ремонта, а именно удаления отложений легких и тяжелых фракций углеводородов, а также устранения результатов коррозии и эрозии, возникающих в процессе эксплуатации. В качестве топлива для печей используется газ, который подается на газовые горелки. Важной проблемой при эксплуатации газового оборудования в печах являются утечки газа, которые приводят к образованию взрывоопасной газовой смеси. Причиной утечки газа могут стать вышедшие из строя предохранительно-запорные клапаны. Если клапан не перекрывает подачу природного газа, то это может означать, что произошло засорение клапана. Выявить неисправность данного типа можно с помощью системы контроля герметичности клапанов. В настоящее время на производстве

используются системы контроля герметичности, основным элементом которых являются реле давления. Недостаток таких систем заключается в низкой точности и невысокой надежности работы реле. Для повышения уровня безопасности работников и обслуживающего персонала, а также для исключения утечки газа, предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасной эксплуатации печи, предлагается система контроля герметичности, в которой в качестве детектора используется датчик давления с выходным аналоговым сигналом. Датчик устанавливается в межклапанном пространстве, проверка герметичности осуществляется в два этапа. В зависимости от результата измеренного давления система контроля герметичности выдает либо сигнализацию о неисправности клапанов, либо сигнал о готовности горелки к розжигу. Результатом внедрения данной системы является повышение безопасности обслуживающего персонала и надежности работы печи отжига.

Abstract. There is actual problem of safety control through the technological process of oil-well tubing annealing. The oil-well tubing annealing is made with purpose of repair, especially of light and heavy oil's deposit removal, corrosion and erosion results removal, which occurs while operating. Gas is used as a fuel. It is fed to the gas burner. Real problem while operating gas facilities is gas leaking, which leads dangerously explosive steam-and-gas mixture formation. The one of the reasons of gas leaking is broken-down safety shut-off valve. If the valve doesn't shut off natural gas feeding, it may seem that the valve is blocked up. To detect such kind of defect it's necessary to use the system of valve penetration control. Nowadays such systems are used on the productions, and the main element of such system is a pressure switch device. The main problem of such systems is low accuracy of measurements and low operation safety.

In order to provide safety rate for personal, and to exclude gas leaking, to prevent emergency situations and to provide safe operation of the facility, it is

offered to use the system of penetration control with analog pressure sensor. The sensor is located between two valves. Pressurized leakage test is carried out in two stages. Depending on test's results the system gives the alarm of valves malfunction or the permission to flame start-up. The result of such system integration is personal safety improving and equipment reliability improvement.

Ключевые слова: печь отжига насосно-компрессорных труб, ремонт насосно-компрессорных труб, контроль герметичности клапанов, предохранительный запорный клапан, диагностика и надежность оборудования, безопасность взрывоопасных производств.

Key words: Annealing furnace for oil-well tubing, oil-well tubing repair, penetration valve control, safety shut-off valve, equipment testing and reliability, explosive production safety.

Насосно-компрессорные трубы (НКТ) представляют собой бесшовные монолитные трубы из сверхпрочной стали или алюминиевого сплава, которые используются для перемещения внутри колонн газов и жидкостей, а также для выполнения подъёмно-спусковых и ремонтных операций в газовых и нефтяных скважинах.

В связи с постоянными механическими нагрузками и взаимодействиями с агрессивными средами НКТ очень сильно подвергаются коррозии и эрозии [1]. Не имея возможности повлиять на защитные качества уже находящихся в эксплуатации труб, нефтедобывающие компании отправляют такие трубы в ремонт, удаляют из НКТ все отложения и заново нарезают резьбу с помощью специального оборудования в составе ремонтных комплексов.

Полный ремонт НКТ представляет собой достаточно сложный технологический процесс, включающий такие этапы, как мойка жидкостью под давлением до 23 МПа; сушка и разводоразивание; наружная и внутренняя механическая чистка; шаблонирование и

считывание маркировки НКТ; дефектоскопия и размагничивание; обрезка дефектных концов, нарезка новой резьбы, ее оптико-электронный контроль и упрочнение; гидроиспытание под давлением до 30 МПа; повторная сушка и разводораживание [2, 3]. На заключительном этапе производится измерение длины НКТ и ее клеймение.

Для удаления всех углеводородных соединений (нефти, смазки, парафина, старых покрытий и т.д.) с насосно-компрессорных и нефтепроводных труб используют промышленные печи отжига.

Топливом для печи отжига может служить нефтяной попутный газ, использование которого позволяет снизить затраты и себестоимость продукции, а также безопасно утилизировать попутный нефтяной газ, что на сегодняшний день является актуальной темой.

Печь представляет собой термическую технологическую установку периодического действия с конвективным теплообменом.

Газ сжигается в камере сгорания основной горелки. Регулирование подачи газа к горелке осуществляется поворотной заслонкой до тех пор, пока в камере сгорания не будет наблюдаться минимальное разрежение.

Дымовые газы из топки двумя параллельными потоками по боковым воздуховодам с двух сторон установки вентиляторами рециркуляции отводятся в камеру отжига. Для равномерности прогрева труб вход дымовых газов осуществляется через боковые окна, распределенные по длине камеры отжига с определенными интервалами. Дымовые газы, отдавшие свое тепло, удаляются через верхние окна по воздуховодам вновь в камеру сгорания.

Часть дымовых газов через инсинератор (дожигатель продуктов возгонки остатков нефти и парафина) непрерывно выбрасываются в атмосферу. Горелка инсинератора также работает на газообразном топливе, но без дополнительного подвода воздуха. Тем самым обеспечивается более глубокая утилизация топлива.

Насосно-компрессорная труба, находящаяся в камере отжига печи, нагревается воздухом до 100 °С, при этом происходит интенсивное испарение легких фракций, для более полного (объемного) их сгорания в камере инсинератора устанавливается температура в 700 °С. Такой режим отжига легких фракций выдерживается не менее 60 минут.

При нагрузке в 200 °С в печи идет отделение более тяжелых фракций от трубы; для их полного отжига такую нагрузку следует выдерживать в течение 60 минут.

Далее нагрузка печи плавно увеличивается в течение 3-х часов до максимальной точки в 320 – 400 °С (зависит от загрязненности трубы). Работа в этом режиме продолжается не менее 2-х часов.

После отработки всех режимов работы печи следует режим остановки печи, это плавное закрытие регулирующих клапанов подачи газа в топку основной горелки и инсинератора. После этого труба в печи отжига остывает до 100 °С, режим остывания длится 4 – 5 часов. Режим остывания необходим для предотвращения деформации трубы от сильного перепада температур при выезде на улицу.

В соответствии с требованиями органов Ростехнадзора [4] перед запуском газоиспользующих установок с горелками единичной мощностью свыше 1,2 МВт с целью обеспечения их безопасной эксплуатации необходимо производить автоматическую проверку герметичности предохранительного запорного клапана (ПЗК).

В современных системах автоматизации газового оборудования и горелок установлены электронные системы контроля герметичности ПЗК. Указанная система предназначена для определения неисправностей и герметичности запорной арматуры газовых горелок котлов и других газоиспользующих установок, оснащенных ручными запорными органами и запорными органами с приводом, в соответствии с требованиями [5]. Преобладающее большинство таких систем работают с реле давления.

Существенным недостатком использования реле в данных системах является низкая точность измерения.

Для повышения уровня безопасности работников и обслуживающего персонала, а также для исключения утечки газа, предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасной эксплуатации печи, предлагается система контроля герметичности (СКГ). Эта система представляет собой комплекс программных и технических средств.

Для контроля давления в межклапанном пространстве трубопровода, по которому подается газ на основные горелки топочной камеры и инсинератора (рисунок 1), устанавливается аналоговый датчик давления с унифицированным выходным сигналом, например, Метран-150-TG [6].

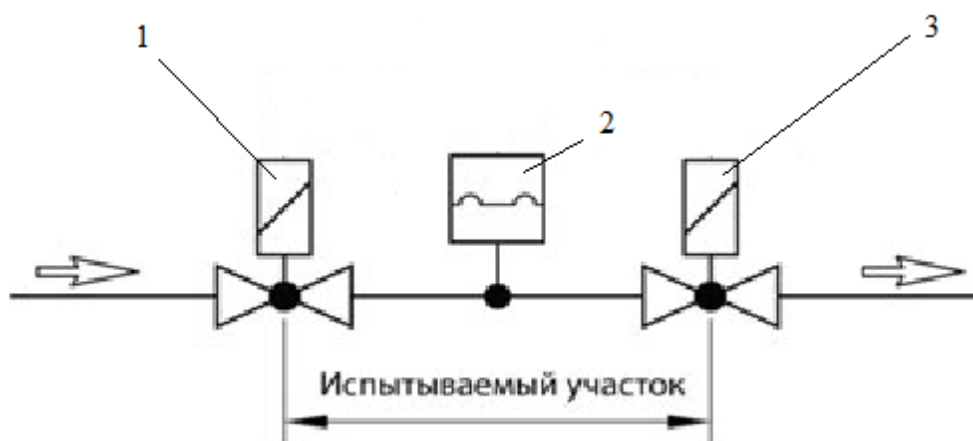


Рисунок 1. Расположение предохранительных запорных (отсечных) клапанов на трубопроводе:
 1 - ПЗК1; 2 - датчик давления; 3 - ПЗК2

СКГ проверяет клапаны ПЗК1 и ПЗК2 на герметичность в два этапа. На герметичность проверяются оба клапана, но открытым одновременно может быть только один из клапанов. Контроль давления, по результатам измерения которого определяется герметичность клапанов, осуществляется внешним аналоговым датчиком давления. Преимущество применения схемы с аналоговым датчиком давления в том, что происходит запоминание исходного давления и от него рассчитывается точка срабатывания. Поскольку проверка герметичности проводится газом,

подверженным колебаниям давления, при работе с реле давления необходима его постоянная подстройка. При работе же с аналоговым датчиком настройка срабатывания происходит автоматически. Алгоритм работы СКГ предусматривает тестирование клапанов перед розжигом горелки или после выключения горелки.

Этапы проверки клапанов на герметичность представлены на рисунке 2.

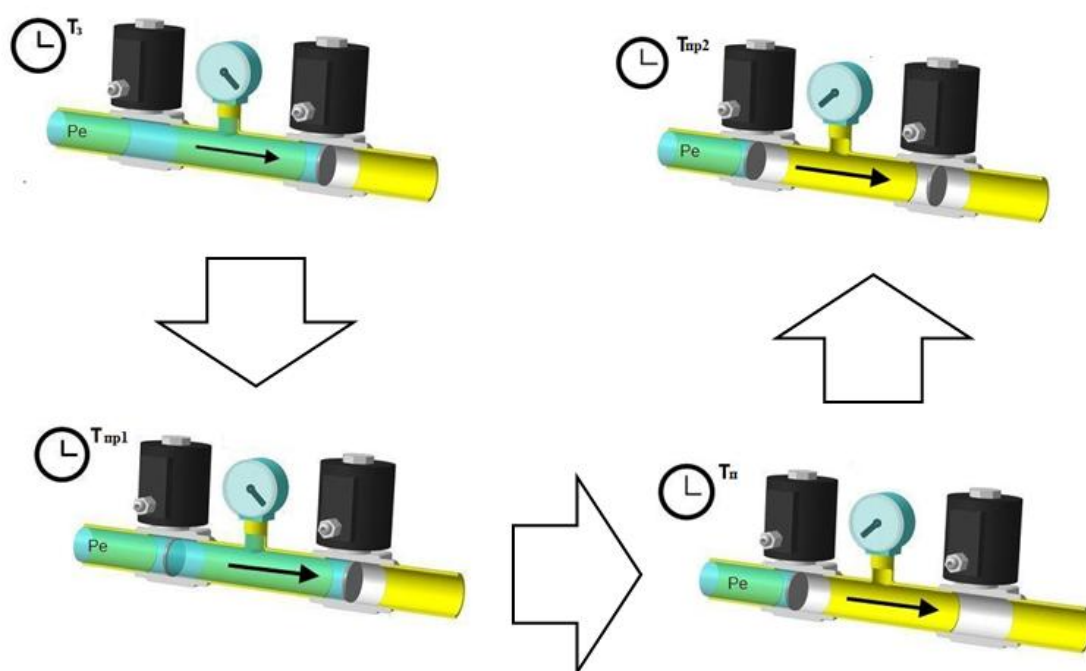


Рисунок 2. Этапы проверки клапанов на герметичность

На первом этапе проверки клапанов на герметичность открывается клапан 1 на время, необходимое для заполнения проверяемого участка газом, далее следует закрытие клапана, после чего начинается отсчет времени проверки клапана. Результаты измерения давления газа в межклапанном пространстве могут быть следующими. Если датчик давления газа отмечает падение давления ниже установленного значения, то осуществляется сигнализация о негерметичности клапана 2. Если датчик давления фиксирует превышение давления выше установленного значения, то это может свидетельствовать о негерметичности клапана 1,

что также сопровождается сигнализацией. Если значение измеренного давления не отклоняется от установленного, то можно сделать вывод либо о положительном результате проверки клапанов 1 и 2, либо о нарушениях в работе двух клапанов одновременно. Вероятность того, что оба клапана негерметичны одновременно, невысока, однако полностью исключать этот вариант нецелесообразно. Далее следует второй этап проверки. Открывается клапан 2, с помощью которого в течение определенного времени удаляется имеющийся газ на проверяемом участке. После истечения времени продувки клапан 2 закрывается и начинается отсчет времени проверки первого клапана. Если датчик давления газа отмечает рост давления выше установленного значения во время проверки, то делается вывод о негерметичности клапанов, и включается сигнализация.

При положительном результате проверки клапанов выдается решение о разрешении к запуску горелки печи. Алгоритм работы системы контроля герметичности приведен на рисунке 3.

Предложенная в статье система контроля герметичности отсечных клапанов предусматривает проверку герметичности отсечных клапанов на подводе топлива к топкам основной горелки и инсинератора. Проверка на герметичность производится последовательно для входного и выходного клапанов. Результатом внедрения данной системы является повышение безопасности обслуживающего персонала и надежности работы печи отжига.

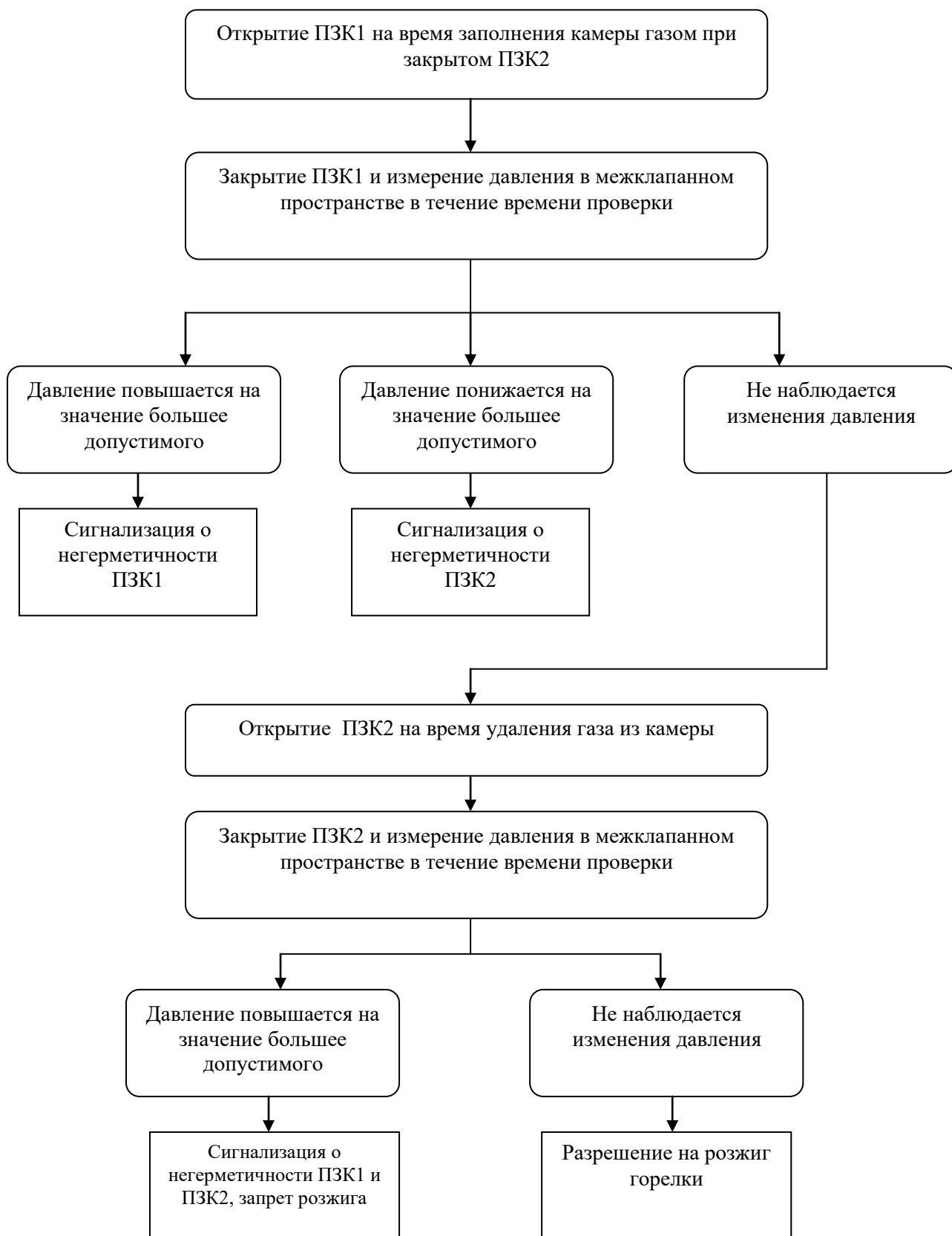


Рисунок 3. Алгоритм работы системы контроля герметичности

Список используемых источников

1 Пеннер В.А., Альжанов С.Д. Ремонт и контроль конической резьбы насосно-компрессорных труб, применяемых при добыче нефти // Омский научный вестник. 2013. № 1. С. 99-101.

2 Ремонт насосно-компрессорных труб: [Электронный ресурс]. – URL <http://homebuild2.ru/truby/ntk-nasosno-kompressornye.html> (дата обращения 25.06.2016).

3 Светлакова С.В., Ростун А.А., Прахова М.Ю. Автоматизированная установка для мойки НКТ // Проблемы нефти и газа: Материалы III конгресса нефтегазопромышленников России. М., 2001. С. 124.

4 Постановление Госгортехнадзора РФ от 18.03.2003 № 9 «Об утверждении правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» [Электронный ресурс]. – URL: <http://zakonbase.ru/content/base/48806> (дата обращения 23.05.16).

5 ПБ 12-529-03. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.stroyoffis.ru/pb_pravila_bez/pb_12_529_03/pb_12_529_03.php (дата обращения 24.06.2016).

6 Датчик давления Метран 150TG [Электронный ресурс]. – URL: <http://teplomehanika.ru/metran150.htm> (дата обращения 23.05.16).

References

1 Penner V.A., Al'zhanov S.D. Remont i kontrol' konicheskoy rez'by nasosno-kompressornyh trub, primenjaemyh pri dobyche nefiti // Omskij nauchnyj vestnik. 2013. № 1. S. 99-101. [in Russian].

2 Remont nasosno-kompressornyh trub: [Jelektronnyj resurs]. – URL <http://homebuild2.ru/truby/ntk-nasosno-kompressornye.html> (data obrashhenija 25.06.2016). [in Russian].

3 Svetlakova S.V., Rostun A.A., Prahova M.Ju. Avtomatizirovannaja ustanovka dlja mojki NKT //Problemy nefti i gaza: Materialy III kongressa neftegazopromyshlennikov Rossii. M.,2001. S. 124. [in Russian].

4 Postanovlenie Gosgortehnadzora RF ot 18.03.2003 № 9 «Ob utverzhdenii pravil bezopasnosti sistem gazoraspredelenija i gazopotreblenija» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://zakonbase.ru/content/base/48806> (data obrashhenija 23.05.16). [in Russian].

5 PB 12-529-03. Pravila bezopasnosti sistem gazoraspredelenija i gazopotreblenija. [Jelektronnyj resurs]. – URL: http://www.stroyoffis.ru/pb_pravila_bez/pb_12_529_03/pb_12_529_03.php (data obrashhenija 24.06.2016). [in Russian].

6 Datchik davlenija Metran 150TG [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://teplomehanika.ru/metran150.htm> (data obrashhenija 23.05.16). [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Хорошавина Е. А., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

E. A. Khoroshavina, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair «Automation of Technological Processes and Production», FSBEI HE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: khoroshavinaelena@rambler.ru

Прахова М. Ю., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

M. Yu. Prakhova, Associate Professor of the Chair «Automation of Technological Processes and Production», FSBEI HE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: prakhovamarina@yandex.ru

Краснов А. Н., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

A. N. Krasnov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair «Automation of Technological Processes and Production», FSBEI HE USPTU, Ufa, the Russian Federation

Валиев Л. С., студент группы БАГсз-12-01, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

L. S. Valiev, Student of the Gruppen BAGsz-12-01, FSBEI HE USPTU, Ufa, the Russian Federation