УДК 681.518.5

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ ТЕХНИКИ

Токарев В.И., Бабоченко Н.В.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград,
e-mail: nat-krivelskaya@mail.ru*

В статье рассмотрена возможность использования набора технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочно-разгрузочных и транспортных работ с применением погрузочного агрегата. Для обеспечения безопасности погрузочно-разгрузочных работ и оптимальной работы погрузочного агрегата предлагается разработанный эксплуатационно-технологический мониторинг, составляющий набор технических и программных средств в виде модульных блоков, где каждый функциональный блок может использоваться как самостоятельно, так и совместно с другими блоками-модулями. Отмечено, что составляющим компонентом набора технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочно-разгрузочных и транспортных работ с применением погрузочного агрегата является прибор регистрации и вычисления эксплуатационных показателей. Возможности описываемого в статье прибора таковы, что он способен непрерывно регистрировать эксплуатационно-технологические параметры в течение длительного времени и затем переносить после каждой смены регистрируемые и расчетные параметры на компьютер, на котором ведется дальнейшая обработка регистрируемых эксплуатационно-технологических параметров с использованием разработанного на языке Visual Basic ver. 6 программного обеспечения. Установлено, что время работы нецелевого перемещения рабочего оборудования, как и время переездов без нагрузок, коэффициент с задействованием гидропривода, коэффициент полезного действия погрузочного агрегата, коэффициент не работающего по назначению агрегата, коэффициент применения по грузоподъемности, коэффициент применения по производительности, эксплуатационную сменную производительности позволяет определить программное обеспечение через COM – порт данных с прибора регистрации. По полученным данным возможно определить оптимальные параметры работы погрузочного агрегата. Доказана производственной проверкой эффективность набора технических и программных средств мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузочного агрегата. Как подтверждают полученные данные, использование разработанной системы мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузчика дало возможность крестьянско-фермерскому хозяйству выявить резервы повышения производительности погрузочно-разгрузочных работ, скорректировать технологический процесс и получить экономический эффект.

Ключевые слова: эксплуатационно-технологический мониторинг, набор технических и программных средств в виде модульных блоков, погрузочный агрегат, прибор регистрации, прибор системы эксплуатационно-технологического мониторинга, кнопки управления, программное обеспечение

OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL MONITORING OF LOADING, UNLOADING AND TRANSPORT WORKS AS A MEANS OF IMPROVING CONSUMER QUALITY OF EQUIPMENT

Tokarev V.I., Babochenko N.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University», Volgograd, e-mail: nat-krivelskaya@mail.ru

The article considers the possibility of using a set of hardware and software tools for operational and technological monitoring of loading and unloading and transport operations using a loading unit. To ensure the safety of loading and unloading operations and the optimal operation of the loading unit, a developed operational and technological monitoring is proposed, which constitutes a set of hardware and software in the form of modular units, where each functional unit can be used both independently and in conjunction with other unit modules. It is noted that a component of a set of hardware and software for operational and technological monitoring of loading and unloading and transport operations using a loading unit is a device for recording and calculating operational indicators. The capabilities of the device described in the article are such that it is able to continuously record operational and technological parameters for a long time and then transfer, after each change, the recorded and calculated parameters to a computer on which further processing of the registered operational and technological parameters is carried out using the VisualBasicver language .6 software. It was established that the operating time of the improper movement of the working equipment, as well as the time of moving without loads, the coefficient involving the hydraulic drive, the efficiency of the loading unit, the coefficient of the unit that does not work for the intended purpose, the coefficient of application for load-bearing capacity, the coefficient of application for productivity, and operational replaceable productivity allows determining software via COM – data port from the registration device. According to the data obtained, it is possible to determine the optimal operating parameters of the loading unit. A set of hardware and software for monitoring the operational and technological parameters of the loading unit has been proven by production verification. As the obtained data confirm, the use of the developed system for monitoring the operational and technological parameters of the loader made it possible for the peasant farm to identify reserves for increasing the productivity of loading and unloading operations, adjust the technological process and obtain an economic effect.

Keywords: operational and technological monitoring, a set of hardware and software in the form of modular units, a loading unit, a registration device, an instrument for an operational and technological monitoring system, control buttons, software

Средством повышения востребованности техники, качества выполняемых работ и производительности, так же как и комфорта, безопасности труда выступает эксплуатационно-технологический мониторинг разгрузочных и погрузочных, а также транспортных работ, с участием применяемых для этой цели мобильных погрузчиков. Управляющий мобильным погрузочным агрегатом с целью повышения безопасности разгрузочных и погрузочных работ способен постоянно контролировать устойчивость передвигающейся техники и принимать мгновенные решения по устранению и предвидению аварийных ситуаций. Ранее В.Ф. Дубинин, В.М. Герасун, В.Л. Строков работали над исследованием взаимозависимости удельных технико-экономических показателей сельскохозяйственных погрузчиков циклического действия, а также и анализом эффективности, и повышением производительности погрузочных агрегатов, работающих на погрузочно-разгрузочных работах со штучными грузами, об этом говорит имеющееся авторское свидетельство [1] и подтверждает обзор литературы по теме статьи [2–4]. Объём выполненных грузовых работ за час, смену, сезон указывает на эффективное использование в сельском хозяйстве погрузочно-разгрузочной техники и подвергается установлению количества погруженных или разгруженных грузов на конечных пунктах. В течение смены и на разных работах, а также с разными грузами могут использоваться унифицированные погрузчики. Из-за отсутствия точного учёта грузовой переработки эффективность и рациональность применения единичного погрузочного агрегата понижается, а учёт затрат энергии на выполненную работу и экономически выгодного использования в различных технологических операциях разгрузки и погрузки усложняется [5; 6]. Использование информационных систем в эксплуатационно-технологическом мониторинге по переработке грузов выступает как необходимость для отдельного погрузочного агрегата.

В качестве рационального уменьшения затрат на погрузочно-разгрузочные операции и уменьшение затрат на технологические процессы, проводимые в комплексе сельского хозяйства, рассмотреть эксплуатационно-технологический мониторинг с целью рационального использования погрузочного агрегата для грузовых работ и с целью внедрения информационных систем, фиксирующих данные от измерительного преобразователя грузоподъёмности, скорости перемещения агрегата, измерителей учета по переработке грузов. Схе-

матичная составляющая, сконструированная для выполнения агрегатом поставленной цели, а именно погрузочной и разгрузочной работы, представляет собой набор технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга. Прибор регистрации и вычисления эксплуатационных показателей погрузочных, разгрузочных, а также транспортных работ с участием погрузочного агрегата является главным компонентом набора технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга. Все зарегистрированные во время работы и вычисленные показатели переносятся на стационарный компьютер с использованием COM-интерфейса; при полном отключении прибора от бортовой сети погрузочного агрегата, выполняющего погрузочно-разгрузочные или транспортные работы, возможен при необходимости и сброс параметров. Для того чтобы иметь возможность рассчитать показатели эффективности работы погрузочного агрегата, с целью использования полученных данных в дальнейшей работе, а именно для обработки регистрируемых эксплуатационно-технологических параметров, предлагается использовать стационарный компьютер и разработанное на языке Visual Basic ver. 6 программное обеспечение.

Материалы и методы исследования

Используя информационные системы технической диагностики и методы математического моделирования и компьютерных технологий [7–9], составили схематичную составляющую, представленную в виде системы модульных блоков, где каждый блок выполняет свою определенную функцию и работает при этом независимо, но при необходимости может вступать во взаимодействие и с другими модулями-блоками, что и представляет собой набор технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочно-разгрузочной работы агрегата, как видно из рис. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Каждый компонент схематичной составляющей модульных блоков системы представляет набор технических и программных средств комплекса эксплуатационно-технологического мониторинга и выполняет определенную функцию, так, модульный блок $A1$ регистрирует время работы T_1 двигателя на основе сигнала, поступающего от генератора I , включая таймер в момент появления напряжения на клеммах генератора, что видно из рис. 1.

Рис. 1. Схематическая составляющая модульных блоков системы эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочно-разгрузочной работы агрегата

Рукоять гидрораспределителя 2 связана с контактами включателя модульного блока A2, модульный блок A2 фиксирует время работы гидропривода T_3 при замыкании контактов и время неработающего состояния погрузочного агрегата при включенном двигателе T_2 в нейтральном положении золотника гидрораспределителя.

Отметим, что модульные блоки A1 и A2 используются совместно с целью регистрации времени простоя агрегата T_2 . Прибор регистрации угловой скорости 3 устанавливаем на вал колеса транспортного средства, в частности трактор, связанный с погрузочным манипулятором, сигнал от которого поступит на модульный блок A3, который в свою очередь зарегистрирует среднюю скорость при движении погрузочного агрегата V_{cp} , вычислит пройденный погрузочным агрегатом путь S и время движения агрегата T_4 . Прибор регистрации грузоподъемности 4 разместим на крюковой подвеске, сигнал от этого прибора регистрации поступит на модульный блок A4, который зарегистрирует время нагруженного грузом рабочего оборудования T_6 и время движения погрузочного агрегата с грузом T_5 , посредством совместной работы модульных блоков A3 и A4, и зарегистрируется последний параметр. Все параметры имеют доступность для обработки и хранения в модульном блоке A5, также если возникнет необходимость, то можно будет представить и на зональный измеритель изменений.

У некоторых модульных блоков из модульных блоков A1, A2, A3, A4 и A5 может при самостоятельной (независимой друг от друга) работе снижаться функциональность, но они могут работать и как единая система в случае объединения друг с другом. С модульными блоками A2 и A5 может объединяться модульный блок A1 и также быть полностью самостоятельным. В слу-

чае отсутствия модульного блока A3 будет невозможна регистрация времени простоя погрузочного агрегата, хотя модульный блок A2 может объединяться с модульными блоками A1, A3 и A5. С модульными блоками A2, A4 и A5 может объединяться модульный блок A3 при своей полной независимости работы. В случае отсутствия модульного блока A3 регистрируется только время нагруженного грузом рабочего оборудования касательно модульного блока A4, который может объединяться с модульными блоками A3 и A5.

Составляющим компонентом набора технических и программных средств эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочно-разгрузочных и транспортных работ с применением погрузочного агрегата является специальное устройство регистрации и вычисления эксплуатационных показателей. В качестве управляющего и вычислительного устройства выступает микроконтроллер PIC16F877A, микросхема которого представляет собой 8-разрядный комплементарный металл-оксид-полупроводниковый микроконтроллер с Flash памятью в 8 КБт, оперативной памятью (RAM) объемом 365 КБт и ППЗУ объемом 250 КБт. Рабочее напряжение питания микроконтроллера от 2 до 5,5 В в диапазоне температур от -40 до $+125$ °C, что однозначно подходит для сельскохозяйственной техники. Следует отметить, что повышение надежности работы и режим экономии энергии (SLEEP) обеспечивает счетчик контроля с собственным встроенным RC-генератором.

Период хранения данных в ППЗУ долгосрочный – более 40 лет при 100 тысячах циклах записи/стирания. Тактовая частота процессора в 4 МГц задается кварцевым резонатором ZQ1B, питание устройства осуществляется от бортовой сети погрузчика через стабилизатор, собранный на микросхеме DA1 L7805, преобразующий

напряжение бортовой сети 12 В в 5 В. Рассматривая прибор системы эксплуатационно-технологического мониторинга (рис. 2), отметим, что представленная панель измерения изменений I связана с текущим временем работы двигателя T_1 , изображенными кнопками позиции 2, которые используются для переключения режимов измерения изменений текущего времени T_2, T_3, T_5, T_6 , а кнопки изображенной позиции 3 используются для переключения режимов измерения изменений T_4, S, V_{cp} , изображенная позиция 4 – это разъем питания прибора, а изображенная позиция 5 – это разъем для подключения датчиков.

Все регистрируемые и вычисляемые показатели переносятся на стационарный компьютер посредством COM – интерфейса, сброс же параметров возможен только при полном отключении прибора от бортовой сети погрузочного агрегата, выполняющего погрузочно-разгрузочные или транспортные работы. Последовательным задействованием семи кнопок управления позиций 2 и 3 обеспечивается система последовательных операций работы программы. Запоминание же соответствующей функции, такой как время простоя, или пройденный путь, или скорость движения погрузчика, осуществляется нажатием одной из предложенных 2 и 3 позиционных кнопок. Снятие показаний времени работы двигателя осуществляется при исключении нажатия позиционных кнопок (позиция 1).

После каждой смены регистрируемые в течение 9 часов 59 минут эксплуатационно-технологические параметры и расчетные параметры переносятся на компьютер.

Рис. 2. Прибор системы эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочного агрегата

Место возможного расположения прибора системы эксплуатационно-технологического мониторинга погрузочного агрегата в кабине мобильного погрузочного агрегата показано на рис. 3.

Рис. 3. Место установки прибора регистрации и вычисления эксплуатационно-технологических параметров погрузочного агрегата

Система планирования погрузочно-разгрузочных и транспортных работ эффективна для сельского хозяйства при учете и анализе эксплуатационно-технологической информации. На оценке показателей работы машин и качества выполнения технического обслуживания основана предложенная информационная система управления техническим обслуживанием и ремонтом строительных машин [10]. Информационная система содержит модули: техобслуживание, каталог, склад, документооборот, администратор. Однако такая информационная система управления оправдывает себя на крупных дорожно-строительных предприятиях. Для предприятий сельскохозяйственного производства достаточно более простой и компактной системы анализа эксплуатационно-технологических параметров погрузочных машин, позволяющей оценивать загруженность погрузчиков на конкретных операциях, определять их производительность на различных видах работ и сравнивать с технической производительностью, контролировать техническое обслуживание. Так, для дальнейшей работы с полученными данными, а именно для обработки регистрируемых эксплуатационно-технологических параметров, предлагается использовать стационарный компьютер и разработанное на языке Visual Basic ver. 6 программное обеспечение [11; 12]. Время работы нецелевого перемещения рабочего оборудования; время переездов без нагрузок; коэффициенты: с включением в работу гидропривода, не работающего по назначению агрегата, применения погрузчика по грузоподъемности, полезного применения погрузочного агрегата, применения по производительности; эксплуатационную сменную производительность – позволяет определить программное обеспечение через COM – порт данных с прибора регистрации. Фрагмент программы для расчета характеристик эффективности погрузчика по регистрируемым параметрам эксплуатационно-технологического мониторинга представлен на рис. 4.

Эффективность использования погрузчика

С прибора регистрации

1123	Время работы двигателя, с
87	Время простоя при включенном двигателе, с
822	Время работы гидродвиателя, с
235	Время движения агрегата, с
0	Время движения с грузом, с
730	Время нагруженного грузом рабочего оборудования, с
4	Средняя скорость при движении, м/с
54	Пройденный погрузочным агрегатом путь, м
185	средняя масса груза за цикл операции, кг

Исходные данные

Длительность смены, час	8,2	Грузоподъемность погрузчика, т	0,6
-------------------------	-----	--------------------------------	-----

Расчетные параметры

92	Время холостого позиционирования рабочего оборудования, с
235	Время холостых перепадов, с
0,73196	Коэффициент использования гидродвиателя
0,88807	Коэффициент полезного использования погрузочного агрегата на погрузочно-разгрузочных работах
0,75966	Коэффициент простоя агрегата
0,30833	Коэффициент использования погрузчика по грузоподъемности
1,92341	Теоретическая производительность, т/час
0,52188	Техническая производительность, т/час
2,56768	Эксплуатационная сменная производительность, т/смену
0,74908	коэффициент использования по производительности

Загрузить данные

?

Рассчитать

Выход

Рис. 4. Фрагмент программы эффективности использования погрузчика по регистрируемым параметрам эксплуатационно-технологического мониторинга

Закключение

Считаем, что предложенная система мониторинга и методика определения эксплуатационно-технологических показателей эффективности использования погрузочного агрегата служит средством повышения потребительских качеств, применяемых для выполнения погрузочных, разгрузочных и транспортных работ техники. Проверка на производстве набора технических и программных средств мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузочного агрегата показала его работоспособность, надежность и эффективность применения при погрузке штучных грузов. Использование разработанной системы мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузчика дало возможность КФХ А.Н. Телитченко выявить резервы повышения производительности погрузочно-разгрузочных работ, скорректировать технологический процесс и получить экономический эффект, который за 2 месяца эксплуатации составил 5400 рублей, а в ООО «Русь» – 8100 рублей за три месяца эксплуатации. Эксплуатационно-технологический мониторинг на погрузочном агрегате МТЗ-80 + ПФ-С-0,5 при погрузке рулонов сена показал работоспособность и эффективность использования набора технических и программных средств. Полученные значения коэффициентов эффективности использования погрузочного агрегата показывают,

что есть существенный запас повышения производительности на 12...23% путем более тщательного планирования технологических процессов погрузки-разгрузки грузов. По окончании производственных испытаний получены рекомендации к использованию разработанной системы эксплуатационно-технологического мониторинга на мобильных тракторных погрузчиках для работы со штучными грузами. Дальнейшим совершенствованием системы представляется разработка диалогового интерфейса, встроенного непосредственно в прибор, размещаемый в кабине оператора, с расчетом и выдачей текущих эксплуатационных показателей на рабочем месте оператора, т.е. полноценный бортовой тракторный компьютер.

Список литературы

1. А.С. № 1025541 СССР, МКИ В 60 Р 1/50. Погрузочно-разгрузочное устройство транспортного средства / Герасун В.М., Пындак В.И., Рогачёв А.Ф., Строков В.Л. (ССР). 3457885/24-08; заявлено 20.11.81; опубл. 30.04.83. Бюл. № 24. С. 3.
2. Гамаюнов П.П. Повышение эксплуатационных качеств тракторного поезда за счет улучшения его эргономических свойств // Научное обозрение. 2015. № 24. С. 111–113.
3. Герасун В.М., Несмиянов И.А., Фомин С.Д. Исследование устойчивости транспортного агрегата с манипулятором // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 1 (29). С. 204–211.
4. Кузнецов Е.С., Никитин К.Д., Орлов А.Н. Специальные грузоподъемные машины. Книга 2. Грузоподъемные манипуляторы. Специальные полиспастные подвесы и траверсы. Специальные лебедки: учеб. пособие в 9 кн. 2011. 280 с.

5. Кутьков Г.М., Кузьмичёв В.В. Методика оценки технологической универсальности мобильных энергосредств // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 3. С. 18–22.
6. Мержи И. Практическое руководство по логическим микросхемам и цифровой схемотехнике / Пер. с англ. Ю. Соколов. М.: НТ Пресс. 2007. 256 с.
7. Несмиянов И.А., Токарев В.И. Направления развития роботизированных погрузочных манипуляторов для агропромышленного комплекса // Современная техника и технологии. Октябрь, 2012. № 4 (36). [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2012/10/1382> (дата обращения: 18.05.2020).
8. Несмиянов И.А., Евдокимов А.П., Токарев В.И., Захаров Е.Н. Программно-аппаратный комплекс мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузочно-го агрегата // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4 (36). С. 227–231.
9. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBMPC: практическое пособие. М.: ЭКОМ., 2000. 224 с.
10. Репин С.В., Андронов А.В., Зазыкин Г.А., Савельев А.В. Разработка структуры стратегии управления работоспособностью транспортно-технологических машин по техническому состоянию // Безопасность транспортных средств в эксплуатации, сб. материалов 71-й МНТК НГТУ им. Р.Е. Алексеева (12–13 октября 2010 г.). Н.-Новгород: НГТУ, 2010. С. 133–135.
11. VisualBasic 6.0. MicrosoftPress. Руководство пользователя. Пер. с англ. СПб.: БХВ – Петербург, 2004. 992 с.
12. Zhoga V.V., Gerasun V.M., Nesmiyanov I.A., Vorobeva N.S., Dyashkin-Titov V.V. Dynamic Creation of the Optimum Program Motion of a Manipulator-Tripod. Journal of Machinery Manufacture and Reability. 2015. Vol. 44. No. 2. P. 181–186.