

DOI 10.15593/24111678/2016.01.01

УДК 621.878.23

**Р.В. Денисов, С.А. Пестриков, М.Ю. Петухов**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ АГРЕГАТОВ СПЕЦТЕХНИКИ**

Рассматривается система комплексной тепловой подготовки агрегатов спецтехники на примере трактора ДТ-75МЛ. С точки зрения ресурсосбережения анализируются факторы повышения экономической эффективности использования техники с данной системой. Произведена количественная оценка указанных факторов. Определены и классифицированы меры по ресурсосбережению. Показано, что соблюдение эксплуатационных мер увеличивает срок службы техники, снижает расход запасных частей, топливно-смазочных и других эксплуатационных материалов, что существенно сокращает потребность предприятия в ресурсах. Подробно рассмотрена одна из эксплуатационных мер ресурсосбережения, а именно – проведение предпусковой тепловой подготовки путем применения системы комплексной тепловой подготовки агрегатов (СКТПА) спецтехники в зимнее время. Описаны основные особенности данной системы, заключающиеся в возможности предпусковой тепловой подготовки не только двигателя спецтехники, но и гидравлической системы, от теплового состояния которой зависит работоспособность и производительность всей машины. Теплогенерирующим элементом данной системы является дизельный автономный предпусковой подогреватель Теплостар 14-ТС10. Нагреваемый в нем теплоноситель (в нашем случае антифриз) последовательно прокачивается циркуляционным насосом через погружной теплообменник змеевикового типа, установленный в гидробаке, а затем через рубашку охлаждения двигателя. Таким образом, производится совместная тепловая подготовка двигателя и гидравлической системы. Представлена компоновочная схема предложенной системы для трактора ДТ-75МЛ. Проведена количественная оценка факторов повышения эффективности производства. Рассчитывается срок окупаемости инвестиций в проект установки системы комплексной тепловой подготовки агрегатов на трактор ДТ-75МЛ. Основываясь на полученных результатах, можно рекомендовать данную систему предприятиям, проводящим грамотную ресурсосберегающую политику и стремящимся к повышению эффективности производства в условиях кризиса.

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, предпусковая тепловая подготовка, двигатель внутреннего сгорания, гидравлический привод, экономическая эффективность, срок окупаемости.

**R.V. Denisov, S.A. Pestrikov, M.Iu. Petukhov**

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

## **RESOURCE SAVING ASPECTS OF THE COMPLEX HEAT SPECIAL MACHINERY'S UNITS' PREPARATION SYSTEM**

The article deals with the complex thermal system preparation of aggregates of machinery by the example of tractor DT-75ML. The factors are discusses for increasing the cost-effectiveness of special machinery with this system in terms of resource saving. These factors are calculated. The measures for resource saving are defined and classified. Compliance with performance measures the

service life of equipment increases, the consumption of spare parts, fuel and lubricants and other operating materials reduces, which significantly reduces the need of the enterprise resources. The article covers in detail one of the operational measures of resource, namely the start-up thermal training through the use of integrated thermal training units (SCTP) machinery in the winter. The article are described the main features of this system, which consist in the possibility of starting a heat training not only the engine of the machinery, but also hydraulic systems, from the thermal state which depends the health and performance of the whole machine. Heat-generating element of this system is the Autonomous diesel preheater 14 Teplostar-TC10. It is heated in the heating medium (in our case, antifreeze), is pumped by the circulating pump through a submerged heat exchanger coil type, mounted in the tank, and then through the cooling jacket of the engine. Thus, the joint is made of thermal preparation of the engine and hydraulic system. Layout scheme of the proposed system for tractor DT-75ML is presented. Quantitative assessment of factors of increase of production efficiency is showed. The payback period of investments into the project of installation of complex thermal systems training units on the tractor DT-75ML is calculated. Based on these results, we can recommend this system to companies, conducting competent resource-saving policy, seeking to improve the efficiency of production in the conditions of crisis.

**Keywords:** resource saving, pre-start heat preparation, internal combustion engine, hydraulic drive, cost-effectiveness, the payback period.

В июне 2012 г. при Президенте Российской Федерации был образован Совет по модернизации экономики и инновационному развитию России. Основной целью его работы является содействие модернизации экономики и инновационному развитию России, совершенствованию государственного управления в этой сфере. Работа Совета осуществляется по пяти приоритетным направлениям, среди которых на первом месте стоят энергоэффективность и ресурсосбережение.

Ресурсосбережение – это совокупность мер по экономному и эффективному использованию всех факторов производства. Основными факторами производств в классическом понимании являются земля, труд и капитал, которые в совокупности можно определить как ресурсы.

Автотранспортные предприятия и предприятия, эксплуатирующие строительно-дорожную технику, являются крупными потребителями материальных и энергетических ресурсов. К ресурсам, которые используют предприятия в ходе производственной деятельности, относятся: в первую очередь сама техника, ее агрегаты, узлы, приборы, запасные части; технологическое оборудование и инструмент; топливно-смазочные и другие эксплуатационные материалы; различные изделия и материалы для хозяйственных нужд. Кроме того, предприятия потребляют значительное количество тепловой и электрической энергии и воды.

Одним из приоритетных направлений эффективной эксплуатации автомобилей и автотракторной техники является применение ресурсосберегающих технологий, в частности использование альтернативных видов топлив и технологий, нацеленных на снижение экологиче-

ского воздействия автомобилей и автотракторной техники на окружающую среду [1].

Экономное расходование перечисленных ресурсов на предприятии обеспечивается рядом мер, которые можно условно разделить на эксплуатационные и хозяйственные (табл. 1).

Таблица 1

Меры по ресурсосбережению

№ п/п	Эксплуатационные	Хозяйственные
1	Комплектование парка техникой, имеющей высокую надежность	Использование и переработка отходов, образующихся в процессе обслуживания и ремонта техники
2	Соблюдение норм, правил и требований завода-изготовителя, которые заключаются в своевременном проведении и выполнении в полном объеме регламентных работ по обслуживанию техники, качественном ремонте и поддержании тем самым техники в исправном состоянии	Соблюдение установленных норм расхода изделий и материалов на ремонтно-эксплуатационные и хозяйственные и организация на предприятии строгого учета их потребления
3	Применение качественных эксплуатационных материалов	Совершенствование организации производственного процесса
4	Обучение операторов рациональным приемам работы с техникой	Оборудование открытых мест хранения техники (стоянок) современными средствами подогрева или разогрева
5	Проведение предпусковой тепловой подготовки техники при ее эксплуатации в зимний период	Достижение оптимальных потерь топлива в процессе его транспортировки, хранения и при заправке техники

Соблюдение эксплуатационных мер позволяет увеличить срок службы техники, снизить расход запасных частей, топливно-смазочных и других эксплуатационных материалов, что существенно сокращает потребность предприятия в ресурсах.

В рамках данной статьи подробно рассмотрим одну из эксплуатационных мер ресурсосбережения, а именно – проведение предпусковой тепловой подготовки путем применения системы комплексной тепловой подготовки агрегатов (СКТПА) спецтехники в зимнее время.

Кратко остановимся на конструкции предложенной системы. Основной особенностью данной системы является возможность предпусковой тепловой подготовки не только двигателя спецтехники (что, конечно, немаловажно), но и гидравлической системы, от теплового состояния которой зависит работоспособность и производительность

всей машины. Теплогенерирующим элементом данной системы является дизельный автономный предпусковой подогреватель Теплостар 14-ТС10. Нагреваемый в нем теплоноситель (в нашем случае антифриз) последовательно прокачивается циркуляционным насосом через погружной теплообменник змеевикового типа, установленный в гидробаке, а затем через рубашку охлаждения двигателя. Таким образом, производится совместная тепловая подготовка двигателя и гидравлической системы. Компоновочная схема предложенной системы для трактора ДТ-75МЛ представлена на рис. 1.

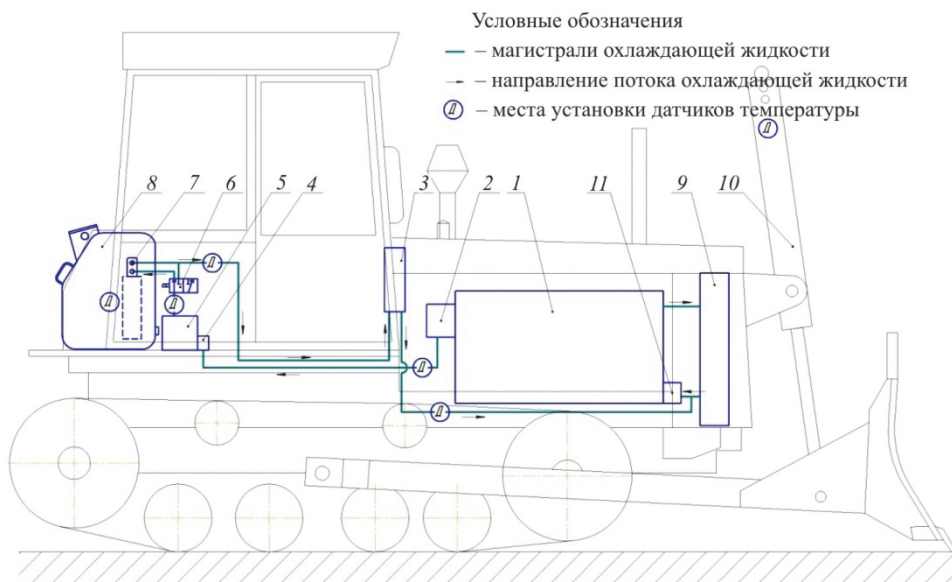


Рис. 1. Компоновочная схема системы комплексной тепловой подготовки агрегатов на тракторе ДТ-75МЛ: 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – пусковой двигатель; 3 – радиатор отопления кабины оператора; 4 – электрический циркуляционный насос; 5 – автономный предпусковой подогреватель; 6 – трехходовой электрический клапан; 7 – теплообменник «жидкость – жидкость»; 8 – гидравлический бак; 9 – радиатор системы охлаждения двигателя; 10 – гидроцилиндр; 11 – штатный циркуляционный насос двигателя

Приступая к рассмотрению предложенной эксплуатационной меры ресурсосбережения, обратим внимание на ГОСТ Р 52104–2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения», в котором подчеркивается следующее: «Ресурсосбережение является важнейшим инструментом повышения эффективности производства и увеличения прибыли» (ГОСТ Р 52104–2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения»).

Таким образом, имеется возможность рассмотреть предложенную эксплуатационную ресурсосберегающую меру в контексте повышения эффективности производства, под которой понимается соотношение между полученными результатами производства (продукцией и услугами) – с одной стороны и затратами труда и средств производства – с другой. Рассмотрение указанной меры ресурсосбережения в контексте эффективности производства также позволит в рамках данной статьи дать экономическую оценку эффективности ее применения [2, 3].

Теперь проанализируем, каким образом применение предложенной системы позволяет повысить эффективность эксплуатации спецтехники в зимнее время. Согласно определению эффективности, которое было дано выше, для повышения эффективности необходимо увеличить результаты и снизить затраты. Результатами труда в нашем случае будет работа, произведенная техникой, а затратами – финансовые, человеческие и организационные ресурсы, которые были использованы для осуществления работы техники и ее поддержания в работоспособном состоянии [4, 5].

О повышении результатов будет свидетельствовать увеличение производительности спецтехники, оснащенной системой комплексной тепловой подготовки. Снижение затрат на эксплуатацию спецтехники с данной системой оценим исходя из экономии различного вида материальных ресурсов, которые в конечном счете можно привести к экономическому эквиваленту [6].

Повышение результатов производства при использовании предлагаемой системы базируется на четырех основных факторах. Первые три свидетельствуют о рациональном использовании особого вида ресурса – времени, четвертый – о бережном отношении к человеческому ресурсу.

Во-первых, за счет предпускового прогрева двигателя спецтехники осуществляется его гарантированный пуск при отрицательных температурах до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что позволяет эксплуатировать технику на протяжении всего зимнего периода. Таким образом, при гарантированном прогреве и запуске основных агрегатов исключаются дни с нулевой производительностью техники, в которые она не завелась по причине низких температур, следовательно, сезонная и годовая производительность техники существенно повысится.

Во-вторых, сокращается время подготовки техники к принятию нагрузок, поскольку к приходу оператора система тепловой подготовки прогревает основные узлы (двигатель и рабочую жидкость в гидравлическом баке) до начальной рабочей температуры. В сильный мороз для оператора устраняется необходимость прогрева данных элементов внешними источниками тепла. Стоит отметить, что процедура подогрева внешними источниками тепла может занять от 1 до 3 ч [7]. Время, затраченное оператором на тепловую подготовку, проводимую таким образом, будет соответственно отнято от дневного фонда рабочего времени оператора. В случае использования системы комплексной тепловой подготовки оператор техники может сразу же запускать двигатель и после 5-минутной холостой проверки рабочего оборудования приступить к работе. За счет отмеченного сокращения времени подготовки техники к принятию нагрузок увеличивается дневной фонд рабочего времени, что позволяет оператору выполнить больше работы за смену.

В-третьих, снижается поток отказов, который для любых видов техники увеличивается в зимнее время из-за отрицательного влияния на узлы и агрегаты низких температур. Таким образом, техника меньше времени находится в ремонте. В частности, при эксплуатации в условиях низких температур наработка на отказ уменьшается в 2–3 раза [8, 9]. Система комплексной тепловой подготовки позволяет значительно уменьшить данное негативное воздействие отрицательной температуры на узлы и агрегаты. Благодаря снижению потока отказов техника меньше времени находится в ремонте и, соответственно, выполняет больше полезной работы за сезон, т.е. сезонная и годовая производительность техники значительно повышаются.

В-четвертых, производительность техники зависит от производительности труда оператора. На производительности его труда однозначно сказываются условия работы. Благодаря системе комплексной тепловой подготовки оператору в начале рабочей смены нет необходимости мерзнуть на открытом воздухе, прогревая машину, а затем сидеть в холодной кабине. Согретый и оперативно запущенный двигатель позволит быстро (в течение 10–15 мин) прогреть кабину оператора, тем самым создав комфортные условия работы, что, безусловно, скажется на его психологическом и эмоциональном состоянии, а следовательно, позволит повысить производительность его труда и, как следствие, производительность техники.

Далее рассмотрим факторы снижения затрат. Во-первых, система позволяет значительно снизить поток отказов, который, как правило, увеличивается в зимнее время. Это связано в первую очередь с повышением вязкости моторного и гидравлического масла, что создает критические условия работы для трущихся и подвижных элементов и приводит к их ускоренному износу. Предпусковой подогрев способствует снижению вязкости масла и работе всех узлов в оптимальном режиме. Это позволяет продлить ресурс агрегатов и снизить поток отказов в зимнее время, в связи с чем снизятся и экономические затраты на ремонт спецтехники.

Во-вторых, при установке данной системы устраняется необходимость в длительном прогреве техники на холостом ходу, при котором расходуется значительное количество топлива. Кроме того, в начальный период работы гидравлической системы наблюдается дополнительное повышение расхода топлива из-за чрезмерного отбора мощности с двигателя для прокачивания вязкого масла насосом гидравлической системы.

При использовании предлагаемой системы для предпусковой тепловой подготовки топлива расходуется на порядок меньше, чем при прогреве техники на холостом ходу, а также экономится топливо в начальный период работы техники. С учетом постоянно повышающихся цен на дизельное топливо данная система позволит значительно сэкономить при эксплуатации техники в зимний период.

В-третьих, стоит отметить, что в отсутствие системы тепловой подготовки сохраняется необходимость производить предпусковой подогрев агрегатов, поскольку без него запуск зачастую невозможен. И такой подогрев у нас в стране зачастую производится устаревшим способом – при помощи паяльной лампы. Данный способ очень опасен, поскольку известны случаи возгорания техники при таком прогреве. Техника обычно работает в полевых условиях, куда пожарные добраться не могут, и она выгорает полностью. Это существенный экономический урон, нанесенный предприятию.

В-четвертых, мы уже говорили о создании комфортных условий труда для оператора, что, несомненно, сказывается на его физическом здоровье, сокращает количество простудных заболеваний. Организации не выгодно, чтобы работник болел, поскольку в этом случае приходится оплачивать больничный лист, а работу никто не выполняет.

Если работник здоров, он приносит прибыль предприятию, а не является источником дополнительных расходов на оплату больничных.

Сведем все ресурсосберегающие факторы, рассмотренные выше, в табл. 2 и выявим те, которым можно дать объективную количественную оценку.

Таблица 2

## Ресурсосберегающие факторы

№ п/п	Факторы повышения результатов производства	Факторы снижения затрат на производство
1	Уменьшение количества дней простоя по причине незапуска	Снижение затрат на ремонт техники
2	Увеличение дневного фонда рабочего времени спецтехники	Снижение расхода топлива
3	Уменьшение количества дней простоя в ремонте	Снижение риска полной утраты техники
4	Повышение производительности труда оператора	Снижение затрат на оплату больничных

Согласно табл. 2 из всех перечисленных факторов наиболее объективную количественную оценку можно дать лишь двум: увеличение дневного фонда рабочего времени (из группы факторов повышения результатов производства) и снижение расхода топлива (из группы факторов снижения затрат на производство).

Попытаемся дать количественную оценку отмеченным факторам исходя из условий работы техники в Пермском крае. Отрицательные температуры преобладают в Пермском крае в течение пяти месяцев (с ноября по март), при этом средняя температура за эти месяцы составляет  $-12^{\circ}\text{C}$ . Количественную оценку будем производить для конкретной единицы техники – бульдозера на базе трактора ДТ-75МЛ.

Как отмечалось выше, для предпусковой тепловой подготовки требуется затратить от 1 до 3 ч дневного фонда рабочего времени. Учитывая этот факт и количество дней за месяц (или год), в которые необходимо производить тепловую подготовку, отметим возможность вычислить суммарные затраты времени на предпусковую подготовку. Во время предпусковой подготовки техника не выполняет полезной работы, таким образом, можно подсчитать упущенную выгоду от простоя техники на предпусковой подготовке.



Среднерыночная стоимость 1 ч работы бульдозера данного типа составляет порядка 1300 руб./ч. Для того чтобы определить упущенную выгоду, необходимо подсчитать себестоимость 1 ч работы бульдозера. В табл. 3 сведем исходные данные для расчета себестоимости. В табл. 4 произведен подсчет стоимости 1 машино-часа работы трактора ДТ-75МЛ [10, 11].

Теперь произведем расчет прибыли, получаемой за час работы техники, по формуле

$$\Pi = S_y - C, \quad (1)$$

где  $\Pi$  – прибыль, руб;  $S_y$  – среднерыночная стоимость часа работы техники, руб;  $C$  – себестоимость часа работы техники, руб.

Таким образом, получаем:

$$\Pi = 1300 - 997,6 = 302,4 \text{ руб.}$$

Таблица 3

Исходные данные для расчета себестоимости часа работы трактора ДТ-75МЛ

№ п/п	Параметр	Значение
1	Балансовая стоимость	1 500 000 руб
2	Срок полезного использования	60 мес.
3	Количество отработанных часов в месяц	164 ч
4	Годовая норма затрат на ТО и Р	20 %
5	Тарифная ставка для оплаты труда оператора	140 руб.
6	Норма расхода топлива на 1 машино-час	13,9 л
7	Стоимость 1 л ГСМ	33 руб.
8	Норма расхода смазочных материалов на 100 л расхода топлива	2,4
9	Стоимость 1 л смазочных материалов	170

Таблица 4

Расчет себестоимости машино-часа работы трактора ДТ-75МЛ

№ п/п	Наименование затрат	Единица измерения	Расчет	Итого
1	Балансовая стоимость	руб.		1 500 000,00
2	Амортизация			
	Норма месячной амортизации	%	1 / 60 мес. 100 %	1,67
	Месячная амортизация	руб.	1 500 000,00 · 1,67 %	25 050,00
	Часовая амортизация	руб.	25 050,00 / 164,00	150,90

## Окончание табл. 4

№ п/п	Наименование затрат	Единица измерения	Расчет	Итого
3	Затраты на ТО и Р			
	Годовая норма	%		20,00
	Годовые затраты	руб.	$1\,500\,000,00 \cdot 0,20$	300 000,00
	Месячные затраты	руб.	$300\,000 / 12,00$	25 000
	Часовые затраты	руб.	$25\,000 / 166,00$	150,60
4	Оплата труда			
	Тарифная ставка, руб./ч	руб.		140,00
	Страховые взносы	руб.	$140,00 \cdot 0,30$	42,00
	Часовая заработная плата	руб.	$140,00 + 42,00$	182,00
5	Затраты на топливо			
	Норма расхода топлива	л/ч		13,90
	Стоимость 1 л ГСМ	руб.		33,00
	Часовая стоимость топлива	руб.	$13,90 \cdot 33,00$	458,70
6	Затраты на смазочные материалы			
	Норма расхода масла на 100 л расхода топлива	л		2,40
	Норма расхода масла в соответствии с нормой расхода ГСМ	л	$13,90 \cdot 2,40 / 100$	0,33
	Часовые затраты на смазочные материалы	руб.	$170 \cdot 0,33$	56,1
	Итого себестоимость за 1 машино-час	руб.	$150,9 + 150,6 + 182 + 458 + 56,1$	997,6

Принимая время, необходимое для предпусковой тепловой подготовки трактора в начале смены, равным 1 ч, получаем, что за счет использования предлагаемой системы имеется возможность компенсировать упущенную выгоду – 302,4 руб. в день – за счет увеличения дневного фонда рабочего времени техники. С учетом количества рабочих дней в месяце (согласно рабочему календарю на 2015 год в среднем 21 день в месяц) компенсированная упущенная выгода составит 6350 руб. в месяц.

Теперь можно перейти к фактору снижения расхода топлива [12].

Основными компонентами данного фактора являются:

- снижение затрат топлива на прогрев двигателя;
- снижение затрат топлива на прогрев гидравлической системы.

Рассмотрим данные составляющие подробнее.

Согласно инструкции по эксплуатации трактора ДТ-75МЛ рекомендуется после запуска двигателя не нагружать его на полную мощ-

ность, следовательно, двигатель необходимо прогревать на холостом ходу или на повышенных оборотах до рекомендованной температуры 80–95 °С. При этом нельзя допускать работу трактора на холостом ходу свыше 15 мин, поскольку это приводит к закоксовыванию поршневых колец, клапанов и т.д. [2] Исходя из этого, примем время работы трактора на холостом ходу равное 15 мин.

Часовой расход топлива при работе на холостом ходу составит 16,63 кг/ч. Следовательно, за 15 мин прогрева двигателя на холостом ходу будет израсходовано 4,16 кг топлива, что, с учетом плотности зимнего дизельного топлива, составит 4,95 л топлива.

При альтернативном варианте разогрева двигателя путем использования системы комплексной тепловой подготовки агрегатов количество израсходованного топлива определяется исходя из требуемого времени прогрева и расхода топлива предпусковым подогревателем. Согласно проведенному оценочному тепловому расчету для прогрева требуется 1 ч времени. Таким образом, учитывая, что расход топлива отопителем составляет 1,4 л/ч, находим количество топлива, необходимое на прогрев двигателя, которое составит 1,4 л.

При сравнении двух вариантов разогрева становится очевидным, что разогрев при помощи СКТПА более экономичен, поскольку позволяет только на прогреве двигателя экономить 3,55 л топлива ежедневно.

Перейдем к рассмотрению процесса разогрева гидравлического привода рабочего оборудования и оценим экономичность предпускового подогрева исходя из снижения потерь мощности в гидроприводе при уменьшении вязкости рабочей жидкости [13, 14].

График зависимости расхода топлива (на преодоление потерь в гидроприводе) от температуры рабочей жидкости в гидроприводе приведен на рис. 2.

Согласно графику при температуре –12 °С расход топлива на преодоление сопротивлений составляет 7,9 л/ч. При температуре 50 °С, которая является оптимальной для работы гидропривода, расход топлива на преодоление сопротивлений составляет 0,1 л/ч. По данным теплового расчета разогрев гидропривода до оптимальной температуры происходит за 40 мин работы. Таким образом, согласно графику за это время на преодоление сопротивлений в гидроприводе будет дополнительно потрачено 2,0 л топлива.

При альтернативном варианте разогрева гидравлического бака путем использования системы комплексной тепловой подготовки агре-

готов количество израсходованного топлива определяется исходя из требуемого времени прогрева и расхода топлива предпусковым подогревателем. Согласно проведенному оценочному тепловому расчету для прогрева требуется 30 мин времени. Таким образом, учитывая, что расход топлива отопителем составляет 1,4 л/ч, находим количество топлива, необходимое на прогрев гидравлического бака, которое составит 0,7 л.

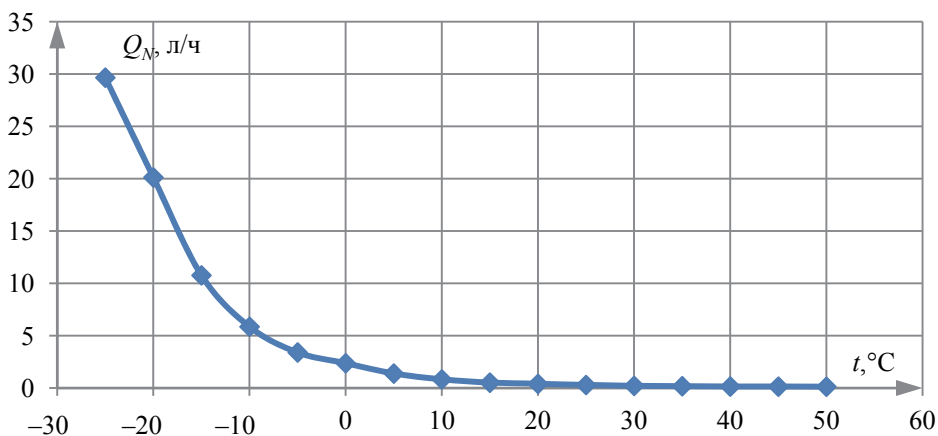


Рис. 2. Зависимость расхода топлива на преодоление сопротивлений в гидроприводе от температуры рабочей жидкости

При сравнении двух вариантов разогрева становится очевидным, что разогрев при помощи СКТПА более экономичен, поскольку позволяет экономить 1,3 л топлива ежедневно на предпусковом подогреве гидравлической системы.

Суммарная экономия топлива на прогреве двигателя и гидравлической системы составляет 4,85 л ежедневно. С учетом выходных дней месячная экономия топлива в среднем составит 126,4 л, что в денежном эквиваленте равняется 4 171 руб.

Полученную количественную оценку выделенных факторов обобщим в табл. 5.

Для того чтобы получить представление о влиянии выделенных факторов на экономическую эффективность, произведем расчет одного из показателей экономической эффективности, а именно – срока окупаемости денежных инвестиций в данный проект.

Таблица 5

Количественная оценка факторов повышения эффективности производства

№ п/п	Наименование фактора	Количественная оценка, руб./мес.
1	Увеличение дневного фонда рабочего времени спецтехники	6350
2	Снижение расхода топлива	4171
Сумма		10 521

Стоимость установки системы комплексной тепловой подготовки на трактор ДТ-75МЛ с учетом стоимости оборудования и материалов составляет порядка 50 тыс. руб. Исходя из этого рассчитаем срок окупаемости инвестиций в данный проект.

Срок окупаемости – это минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого интегральный эффект становится и остается в дальнейшем положительным. Иными словами, это период времени, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления. Срок окупаемости определим с использованием метода дисконтирования. За шаг расчета принимаем один месяц. Количество шагов принимаем равным 12, т.е. горизонт расчета составит 1 год.

Чистый дисконтированный доход определяется по формуле (2) [13–15]. В нашем случае он является суммой, полученной в результате экономии денежных средств за счет меньшего расхода топлива на прогрев и получения дополнительных денежных средств за счет увеличения дневного фонда рабочего времени техники:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \alpha_t, \quad (2)$$

где  $t$  – номер шага расчета,  $t = 0, 1, 2, 3 \dots T$ ;  $T$  – горизонт расчета;  $P_t$  – результаты на  $t$ -м шаге;  $Z_t$  – затраты на  $t$ -м шаге;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования находим по формуле

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3)$$

где  $E$  – норма дисконта, %.

Норма дисконта рассчитывается по формуле

$$E = ((1 - I \cdot R) \cdot (1 + I) \cdot (1 + B) - 1) \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где  $R$  – ставка рефинансирования в месяц;  $I$  – среднемесячный темп инфляции;  $B$  – поправка на предпринимательский риск в месяц.

Согласно нынешней экономической обстановке в Российской Федерации принимаем:  $R = 0,0109$ ;  $I = 0,0129$ ;  $B = 0,0041$ . По результатам расчета  $E = 1,69 \%$ .

На основе расчетов построен график окупаемости инвестиций, который приведен на рис. 3.

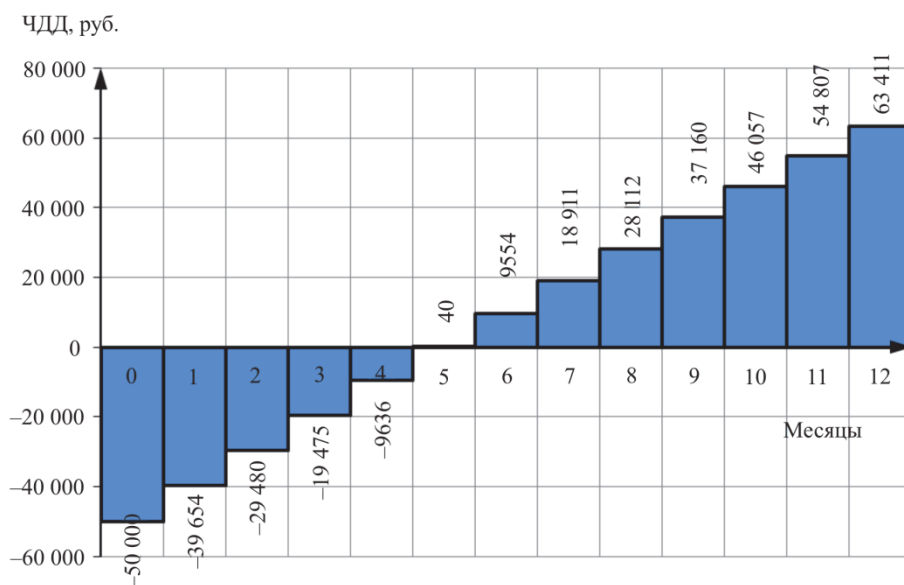


Рис. 3. График окупаемости инвестиций (ЧДД – чистый дисконтированный доход, руб.)

Согласно графику срок окупаемости инвестиций составит 5 мес. Таким образом, система комплексной тепловой подготовки окупится за один зимний сезон. При этом учтены лишь два из восьми выделенных факторов. Оба фактора (и снижение расхода топлива, и увеличение фонда рабочего времени техники) вносят приблизительно равноценные вклады в повышение экономической эффективности использования рассмотренной техники. Отсюда следует, что оба выделенных фактора имеют высокий ресурсосберегающий эффект и их выделение из общего числа и подробное рассмотрение было правильным решением.

На практике данная система позволит осуществлять экономию не только за счет двух рассмотренных факторов. Остальные факторы также оказывают существенное влияние на эффективность эксплуатации спецтехники и, следовательно, имеют высокий ресурсосберегающий потенциал, однако их количественная оценка в настоящее время затруднена. Для приемлемой оценки этих факторов необходимо провести исследование результатов от внедрения данной системы в условиях реальных предприятий. Однако уже сейчас, основываясь на полученных результатах, можно рекомендовать данную систему предприятиям, проводящим грамотную ресурсосберегающую политику и желающим повысить эффективность производства в условиях кризиса.

### Список литературы

1. Баженов С.П., Казьмин Б.Н., Носов С.В. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / под. ред. С.П. Баженова. – 5-изд., стер. – М.: Академия, 2011. – 336 с.
2. Баженов С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов / под ред. С.П. Баженова. – М.: Академия, 2010. – 336 с.
3. Рыбачков А.В., Лянденбургский В.В. Ресурсосбережение при техническом обслуживании и ремонте автомобилей / ПГАСА. – Пенза, 2002. – 92 с.
4. Щербаков А.Б. Ресурсосбережение на автомобильном транспорте. – Братск: Изд-во БрГУ, 2006. – 20 с.
5. Экология и ресурсосбережение на транспорте / М.М. Болбас, Е.Л. Савич, Г.М. Кухаренок, Л.Н. Поклад; под ред. М.М. Болбаса. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 295 с.
6. Сарбаев В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 380 с.
7. Обеспечение работы гидропривода строительной машины в условиях низких температур окружающей среды / Ш.М. Мерданов, А.В. Яркин, Ф.Д. Шараев, А.Н. Шуваев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 143–145.
8. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. / Е.С. Кузнецов [и др.]; под ред. Е.С. Кузнецова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.

9. Макина А.В. Калькуляция себестоимости работы транспортной техники // Справочник экономиста. – 2014. – № 10. – С. 54–57.

10. Трактор ДТ-75МЛ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 288 с.

11. Денисов Р.В., Пестриков С.А., Петухов М.Ю. Оценка экономической эффективности применения системы комплексной тепловой подготовки агрегатов спецтехники на примере трактора ДТ-75МЛ // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2014. – № 3. – С. 46–56.

12. Каверзин С.В. Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: учеб. пособие. – Красноярск: Офсет, 1997. – 384 с.

13. Науменко А.Е. Влияние температуры рабочей жидкости и технического состояния гидросистемы на потери мощности в гидросистеме на примере погрузчика МоАЗ-4048 // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2007. – № 1(14). – С. 32–39.

14. Сичинава Г.А. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве: метод. указания к экономической части дипломных проектов. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2010. – 98 с.

15. Колоскова Л.И., Напхоненко Н.В. Курс лекций по экономике автотранспортных предприятий. – М.: MapT, 2006. – 128 с.

### References

1. Bazhenov S.P., Kaz'min B.N., Nosov S.V. Osnovy ekspluatatsii i remonta avtomobilei i traktorov [Fundamentals of operation and repair of cars and tractors]. Moscow: Akademiia, 2011. 336 p.

2. Bazhenov S.P. Osnovy ekspluatatsii i remonta avtomobilei i traktorov [Fundamentals of operation and repair of cars and tractors]. Moscow: Akademiia, 2010. 336 p.

3. Rybachkov A.V., Liandenburskii V.V. Resursosberezhenie pri tekhnicheskome obsluzhivanii i remonte avtomobilei [Resource-saving during maintenance and repair of motor vehicles]. Penzenskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2002. 92 p.

4. Shcherbakov A.B. Resursosberezhenie na avtomobil'nom transporte [The Resource-saving in road transport]. Bratskii gosudarstvennyi universitet, 2006. 20 p.

5. Bolbas M.M., Savich E.L., Kukharenok G.M., Poklad L.N. Ekologiya i resursosberezhenie na transporte [Ecology and resource saving in transport]. Minsk: Adukatsiya i vykhavanne, 2011. 295 p.



6. Sarbaev V.I. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobilei: mekhanizatsiia i ekologicheskaiia bezopasnost' proizvodstvennykh protsessov [Maintenance and repair of motor vehicles: mechanization and environmental safety of production processes]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2005. 380 p.

7. Merdanov Sh.M., Iarkin A.V., Sharaev F.D., Shuvaev A.N. Obespechenie raboty gidroprivoda stroitel'noi mashiny v usloviakh nizkikh temperatur okruzhaiushchei sredy [Work assurance of hydraulic drive of construction machinery at low ambient temperatures]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ia*, 2012, no. 4, pp. 143-145.

8. Kuznetsov E.S. Tekhnicheskaiia ekspluatatsiia avtomobilei [Technical exploitation of automobiles]. Moscow: Nauka, 2001. 535 p.

9. Makina A.V. Kal'kuliatsiia sebestoimosti raboty transportnoi tekhniki [Calculation of cost value of activity of transport machinery]. *Spravochnik ekonomista*, 2014, no. 10, pp. 54-57.

10. Traktor DT-75ML. Tekhnicheskoe opisanie i instruktsiia po ekspluatatsii [Tractor DT-75ML. Technical description and operating manual]. Alma-Ata: Kainar, 1988. 288 p.

11. Denisov R.V., Pestrikov S.A., Petukhov M.Iu. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti primeneniia sistemy kompleksnoi teplovoi podgotovki agregatov spetstekhniki na primere traktora DT-75ML [Evaluation of the economic effectiveness of system of complex heat special machinery's units' preparation for example tractor DT-75ML]. *Transport. Transportnye sooruzheniia. Ekologiya*, 2014, no. 3, pp. 46-56.

12. Kaverzin S.V. Kursovoe i diplomnoe proektirovanie po gidroprivodu samokhodnykh mashin [Course and diploma design to self-propelled machine's hydraulic drive]. Krasnoyarsk: Ofset, 1997. 384 p.

13. Naumenko A.E. Vliianie temperatury rabochei zhidkosti i tekhnicheskogo sostoianiia gidrosistemy na poteri moshchnosti v gidrosisteme na primere pogruzchika MoAZ-4048 [Effect of operating fluid temperature and technical status of hydraulic system on the example of loader MoAZ-4048]. *Vestnik Belorussko-Rossiiskogo universiteta*, 2007, no. 1(14), pp. 32-39.

14. Sichinava G.A. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti investitsionnykh proektov v stroitel'stve: metod. ukazaniia k ekonomicheskoi chasti diplomnykh proektov [Assesment of the economic efficiency of investment projects in building]. *Ukhtinskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet*, 2010. 98 p.

15. Koloskova L.I., Napkhonenko N.V. Kurs lektsii po ekonomike avtotransportnykh predpriatii [Lecture Course in Economics motor transportation enterprises]. Moscow: MarT, 2006. 128 p.

Получено 03.02.2016

### **Об авторах**

**Денисов Роман Валерьевич** (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: roman.stm08@gmail.com).

**Пестриков Сергей Анатольевич** (Пермь, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: pestrikovsa@mail.ru).

**Петухов Михаил Юрьевич** (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, декан автодорожного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: mi.petuhov@gmail.com).

### **About the authors**

**Roman V. Denisov** (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Automobiles and Technological Machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: roman.stm08@gmail.com).

**Sergei A. Pestrikov** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Economical Sciences, Associate Professor, Department of Automobiles and Technological Machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: pestrikovsa@mail.ru).

**Mikhail Iu. Petukhov** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Dean of the Car and Road Building Faculty, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: mi.petuhov@gmail.com).