

**Aldoshin Nikolai Vasilievich** – Doctor of Engineering Sciences, Head of the Department of Agricultural Machinery, Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +79039717327; e-mail: naldoshin@yandex.ru.

**Lylin Nikolai Alekseevich** – engineer, Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +79037979340; e-mail: lylin2015@yandex.ru.

**Leskonog Yuriy Aleksandrovich** – engineer, Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +79258737888; e-mail: y.leskonog@bk.ru.

**Ivlev Aleksandr Aleksandrovich** – engineer, Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +74999772410, доб. 286; e-mail: cxm.msau@yandex.ru.

Received 10 June 2015

УДК 631.6

**А.С. АПАТЕНКО**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

## КОМПЛЕКТОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МАШИН С УЧЕТОМ ИХ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ

*Рассмотрены вопросы импортозамещения машин в агропромышленном комплексе РФ. При разработке программ импортозамещения мелиоративных и строительных машин необходимо учитывать затраты на обеспечение их работоспособности. Только работающие машины создают рыночную продукцию, а простои машин по техническим причинам – издержки. Ликвидация этих потерь требует совершенствования системы технической эксплуатации.*

*Проведен анализ простоев машин. Рассмотрен вопрос снижения эксплуатационных затрат технологических комплексов за счёт учёта неплановых простоев машин.*

*Оптимизация состава технологических комплексов машин заключается в том, что всем её элементам необходимо придать такое количественное соотношение, чтобы в конкретных условиях эксплуатации машин обеспечивалось выполнение планируемых объёмов работ при минимуме финансовых затрат.*

*Разработанная методика позволяет повысить эффективность работы технологических комплексов машин за счёт учёта показателей их надёжности. Эксплуатационные затраты снижаются из-за сокращения простоев машин по техническим причинам вследствие планирования вариантов устранения неплановых отказов и проведения корректировки состава комплекса машин.*

*Представленная методика может быть использована заводами-изготовителями, в том числе при разработке программ импортозамещения машин в АПК Российской Федерации.*

*Ключевые слова: импортозамещение, технологический комплекс машин, эксплуатационные затраты, неплановые простои, оптимизация, отказ, потери от простоев.*

Президент Российской Федерации 3 октября 2014 г. провел совещание с членами Правительства по импортозамещению в промышленности и сельском хозяйстве на 2014–2015 годы. На совещании обсуждались вопросы повышения конкурентоспособности отечественной сельхозтехники [1]. Приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 26 сентября 2014 г. № 1919 «О формировании Перечня технологических направлений по соответствующим государственной

программе Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (подпрограммам в рамках государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности») приоритетным направлениям гражданской промышленности» утвержден перечень технологических направлений, которым предусмотрена разработка и организация производства перспективных машин, в том числе для агропромышленного комплекса. При этом при

разработке программ импортозамещения машин необходимо учитывать затраты на обеспечение их работоспособности. Только работающие машины создают рыночную продукцию, а простой машин по техническим причинам – издержки. Ликвидация этих потерь требует совершенствования системы технической эксплуатации [2].

Комплексная механизация – метод полностью механизированного выполнения специализированных технологических процессов. Комплексная механизация может осуществляться одной или несколькими машинами. При комплексной механизации ручной труд может сохраниться лишь на операциях, механизация которых не вызывает значительного прироста производительности труда по всему комплексу работ и для реализации которой нет экономически приемлемого технического решения.

Обеспечение выполнения планируемых объемов работ в установленные сроки с минимальными затратами является основным требованием, предъявляемым к составу и структуре технологического комплекса машин.

По данным о состоянии парка принимаются решения о замене выбывающих машин, внедрении новых машин и средств малой механизации. Потребность в новых машинах определяется по годовым объемам механизированных работ различных видов с учетом работы имеющихся машин в парке, вычетом выбывающих и создаваемых заново.

Эффективность машин для производства определяется их способностью в ограниченные сроки и на требуемом качественном уровне выполнить заданный объем работ. Критерием, наилучшим образом удовлетворяющим эти требования, по нашему мнению, являются суммарные приведенные затраты, при расчете которых учитывается основная специфическая особенность машин для мелиоративных работ. При производстве работ потребность в средствах механизации в значительной степени определяется необходимостью выполнить работы в кратчайший срок [3].

Парк строительных и мелиоративных машин для выполнения установленной технологии работ должен определяться на основе объемов работ в физических измерителях, принятых способов механизации их и эксплуатационной производительности машин. Состав парка строительных и мелиоративных машин должен комплектоваться с учетом обеспечения комплексной механизации массовых и трудоемких работ, применения частичной автоматизации, а также механизации мелких объемов работ. Особое внимание необходимо обращать на взаимное соответствие машин, используемых в одном комплексе, по их мощности, основным параметрам, численности [4].

Мелиоративные и строительные машины при эксплуатации из-за специфики их работы подвергаются значительным динамическим нагрузкам. В связи с этим даже незначительные дефекты деталей приводят к преждевременному нарушению работоспособности машин. Также следует заме-

тить, что особенностью эксплуатации этих машин является работа вдали от ремонтных баз. Это предъявляет повышенные требования к безотказности и долговечности всех деталей и механизмов.

По причинам все простои исследуемых машин можно разделить на несколько групп: плановые; по метеорологическим причинам; ввиду отсутствия кадров; ввиду отсутствия фронта работ; ввиду отсутствия запасных частей; неплановые (аварийные).

Анализ данных эксплуатации позволил получить следующие результаты, которые представлены на рисунке 1 [5].



Рис. 1. Причины простоев мелиоративных и строительных машин

Плановые простои, связанные с необходимостью проведения технического обслуживания или текущего ремонта, составляют незначительную часть общего годового фонда рабочего времени – ориентировочно 2...3%;

– простои из-за отсутствия кадров достигают 10%;

– простои по метеорологическим условиям составляют в среднем 5...8%;

– простои из-за отсутствия фронта работ составляют 15...19%;

– простои из-за отсутствия запасных частей составляют 21...26%;

– аварийные простои – 35...45%.

Анализируя статистическую информацию, видим, что большее количество связано с аварийными простоями – приблизительно 35...45% от всех простоев машин.

Таким образом, в первую очередь необходимо рассмотреть аварийные простои, связанные с неплановыми отказами [5].

Как известно, на техническое состояние машин также существенное влияние оказывает и температура окружающей среды.

По данным, затраты на топливосмазочные и ремонтные материалы возрастают на 50% при понижении температуры воздуха с +10 до -20°C. После длительных перерывов число отказов бульдозеров зимой увеличивается на 16...20%, экскаваторов на 30...35%. До 50% износа приходится на пуск хо-

лодного двигателя [6]. Также было выявлено существенное отличие технико-экономических показателей парков машин при эксплуатации их в зимний период и летом.

Сравнение характера изменения затрат на ремонты и ТО внутри года, проведенное по паркам машин главных управлений строительства Новосибирской, Омской областей и Алтайского края, показал общую закономерность их распределения для землеройных машин. При этом затраты на ремонт и техническое обслуживание (Р и ТО) в холодный период в среднем на 25...30% больше, чем в период положительных температур [7].

В то же время расходы на запасные части не всегда соответствуют финансовым затратам на ТО и ТР машин, что связано с характером проведения текущих ремонтов.

В зимний период времени текущие ремонты выполняются из расчета обеспечения надежной работы техники летом. Летом же ремонты выполняются с целью быстрее ввода машин в эксплуатацию [9]. В связи с этим появляется необходимость разработки методики, позволяющей оценить (рассчитать) возможные эксплуатационные затраты на вновь сформированный либо доукомплектованный технологический комплекс машин для выполнения мелиоративных работ в условиях импортозамещения.

При универсальности большинства методик для определения оптимального состава парка машин все же необходимо отметить, что они не учитывают затраты на неплановые отказы, которые в свою очередь состоят из непосредственно затрат на устранение отказа и потерь, связанных с ожиданием ремонта. Последние могут в значительной мере превышать затраты на устранения отказов по причине своей внезапности.

Алгоритм разработанной методики оптимизации состава технологических комплексов парка машин для мелиоративных работ имеет следующую схему:

1. Определение начального (исходного) типоразмерного ряда машин.
2. Определение годовой эксплуатационной производительности машин.
3. Определение стоимости машино-часа эксплуатации  $i$ -й машины.
4. Определение начальных (исходных) объемов работ, выполняемых каждым  $i$ -м типоразмером машин.
5. Определение исходных объемов работ, выполняемых на  $j$ -х объектах  $i$ -ми типоразмерами машин.
6. Определение оптимального количества  $i$ -х машин, выполняющих  $j$ -е работы, и суммарных минимальных приведенных затрат на выполнение заданных объемов  $j$ -х работ (первый этап определения оптимального парка).
7. Определение оптимального состава парка машин с учетом имеющейся в организации техники.

8. Определение и корректировка эксплуатационных затрат на содержание парка машин, отличное от оптимального.

9. Определение затрат от простоя техники в неработоспособном состоянии: затрат на транспортировку к месту ремонта, затрат на ремонт и затраты на ввод в эксплуатацию, затраты от простоя работ в ожидании техники, определение затрат на устранение неплановых отказов [10].

Целевая функция предлагаемой методики имеет вид:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k C_{ijk} \cdot x_{ijk} \cdot t_k + \sum_{i=1}^m A_i \cdot \Pi_{mi} \cdot x_i + \sum_{i=1}^n (C_p) \cdot x_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $C_{ijk}$  – текущие затраты на эксплуатацию  $i$ -го типоразмера машин на  $j$ -й работе в  $k$ -й период.

Затраты на эксплуатацию включают в себя следующие затраты:

- на транспортирование машин с объекта на объект;
- на замену и ремонт сменной оснастки, приспособлений инструмента;
- на топливо;
- на смазочные материалы;
- заработанную плату машинистов и помощников машинистов;
- на хранение машины;
- на плановое ТО и ремонт.

$x_{ijk}$  – количество машин  $i$ -го типоразмера на  $j$ -й работе в  $k$ -й период;

$i, j, k$  – индексы типоразмера машин, виды работ и периода соответственно ( $i_e | I |$ ,  $j_e | J |$ ,  $k_e | K |$ );

$t_n$  – продолжительность  $k$ -го периода;

$A_i$  – норма амортизационных отчислений на  $i$ -ю машину;

$\Pi_{mi}$  – цена  $i$ -й машины [8];

$C_p$  – затраты на проведение ремонта

$$C_p = C_{BP} + \Pi_{PP}, \quad (2)$$

где  $C_{BP}$  – затраты на неплановый ремонт, руб.;  $\Pi_{PP}$  – потери от простоев машин по техническим причинам (руб/ч.), которые рассчитываются по методике эксплуатации и ремонта мелиоративных и строительных машин.

$$C_{BP} = C_{PP} + C_{3ч}, \quad (3)$$

где  $C_{PP}$  – затраты на заработную плату ремонтных рабочих, руб.;  $C_{3ч}$  – стоимость запасных частей и ремонтных материалов, руб.

$$C_{PP} = \sum_{i=1}^n C_{чр} K_{л} T_T, \quad (4)$$

где  $C_{чр}$  – часовая тарифная ставка средневзвешенного разряда ремонтных рабочих, руб/час;  $K_{л}$  – коэффициент, учитывающий премиальную надбавку;  $T_T$  – среднее время проведения ремонта, час.

$$C_{зч} = \sum_{i=1}^n C_{пр} K_{рм}, \quad (5)$$

где  $K_{рм}$  – переходной коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов [5].

Результаты расчетов эксплуатационных затрат по разработанной методике в сравнении с фактическими для технологического комплекса машин по обводнению торфяников (в ценах на 01.07.2013 г.) представлены на рисунке 2 [10].

Как следует из рисунка 2, затраты на эксплуатацию каждого вида технологических машин были снижены. Снижение произошло за счёт прогнозирования неплановых отказов и планирования мероприятий по их устранению. Это позволило уменьшить время простоя машины в ожидании ремонтно-технического воздействия и в более короткие сроки привести её в работоспособное состояние, тем самым уменьшив время простоя всего комплекса технологических машин в целом.

Кроме этого, необходимо учитывать, что в условиях эксплуатации машин в составе технологического комплекса потери от простоев машин значительно увеличиваются, так как выход из рабо-

тоспособного состояния одной машины влечёт к остановке всей технологической цепочки комплекса, тем самым значимость разработанной методики усиливается.

Величина затрат на проведение ремонта зависит от варианта устранения (пример: отказы устраняются на месте работы машины силами машиниста; на центральной ремонтной мастерской; на месте работы машины силами мобильных постов ремонтно-технического обслуживания и т.д.) и группы сложности отказов и рассчитываются соответственно.

Разработанная методика направлена на определение оптимального состава технологического комплекса машин как для вновь формируемого парка, так и с учётом имеющейся в организации техники. Использование методики позволит корректировать парк, доукомплектовывая либо сокращая его, тем самым уменьшая затраты на его эксплуатацию с учетом затрат на устранение неплановых отказов и затрат, связанных с простоем техники в ожидании их устранения, тем самым уменьшая общие эксплуатационные затраты.

Разработанную методику можно использовать при разработке программ импортозамещения машин, используемых в АПК России.

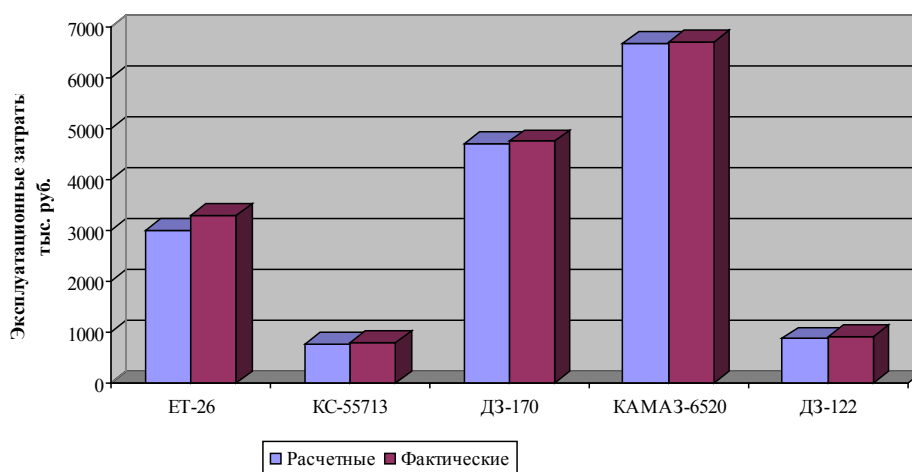


Рис. 2. Эксплуатационные затраты технологического комплекса машин по обводнению торфяников

### Библиографический список

1. О первых итогах импортозамещения в сельском хозяйстве / К.А. Бабкин, руководитель ассоциации «Росагромаш» [Электронный ресурс]. URL: <http://exp.idk.ru/question/interview/o-pervykh-itogakh-importozameshheniya-v-selskom-khozyajstve/387742/>. (дата обращения 15.02.2015 г.).
2. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В.И. Черноиванов, А.А. Ежевский, В.Ф. Фе-

доренко: Науч. издание. М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2012. 284 с.

3. Министерство строительства и эксплуатации автомобильных дорог РСФСР; Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт ГИПРОДОРНИИ: Методические рекомендации по комплектованию парка машин для текущего ремонта и содержания автомобильных дорог. Москва, 1996. 183 с.

4. Алексеев А.А. Технология и организация сельского строительства. Москва: Стройиздат, 1983. 53 с.



5. Апатенко А.С. Анализ причин простоев и отказов агрегатов для выполнения культуртехнических работ / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М., 2014. № 2. С. 14–17.

6. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобилей. М.: Транспорт, 2005. 176 с.

7. Семченко А.И. Методические рекомендации по управлению техническим обслуживанием и ремонтом машин в трестах строймеханизации // Сб. «Совершенствование технического обслуживания и ремонта строительных машин». М.: МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского, 1983. 85 с.

8. Ким Б.Г. Повышение готовности парков строительных машин путем совершенствования системы технической эксплуатации: Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Владимир: ВГТУ, 1996. 364 с.

9. Апатенко А.С. Влияние срока службы машин на их эксплуатацию при выполнении мелиоративных работ / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М., 2013. № 10. С. 4–8.

10. Апатенко А.С. Комплектование парка машин с учетом неплановых отказов по техническим причинам на примере обводнении торфяников / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М., 2013. № 12. С. 36–39.

*Апатенко Алексей Сергеевич* – кандидат технических наук, доцент РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: 8(499)976-29-79; e-mail: aapatenko@timacad.ru.

Статья поступила 25.05.2015

## ACQUISITION OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF CARS WITH REGARD TO THEIR RELIABILITY IN IMPORT SUBSTITUTION

**A.S. APATENKO**

Russian Timiryazev State Agrarian University

*The questions of car import substitution in the agro-industrial complex of the Russian Federation are discussed in the article. Developing the program of cars import phase-out, reclamation and construction their costs should be considered to ensure their efficiency. Only working cars create marketable products and cars downtime for technical reasons – costs. The liquidation of these losses requires improvement of the technical exploitation system.*

*Analysis of cars downtime was performed. The question of reducing exploitation costs of technological complexes at the expense of accounting unscheduled downtime of cars is considered.*

*Optimization of technological complex of machines is possible when the quantity of all its elements is optimal for the specific conditions of exploitation and ensures the performance of the planned scope of work with minimal financial cost.*

*The developed technique allows increasing the efficiency of technological complexes of machines at the expense of accounting of their reliability performance. Exploitation costs are reduced due to less downtime of cars for technical reasons which results from work scheduling and elimination unplanned failures and adjustments of the composition of complex machines.*

*The presented method can be used by manufacturers, including the development of programs of cars import substitution in the agricultural sector of the Russian Federation.*

*Key words: import substitution, technological complex of machines, operating costs, unplanned downtime, optimization, failure, idle time losses.*

### References

1. On the first results of import substitution in agriculture / K.A. Babkin head of the association «Rosagromash» [Electronic resource]. URL: <http://exp.idk.ru/question/interview/o-pervykh-itogakh-importozameshheniya-v-selskom-khozyajstve/387742/>. (the date of treatment 15.02.2015 г.).

2. Global trends in machine-technological support intelligent agriculture / V.I. Chernovanov, A.A. Ezhevsky, V.F. Fedorenko: scientific. Edition. М.: FBSSI «Rosinformagroteh», 2012. 284 p.

3. The Ministry of Construction and operation of highways of the RSFSR State Road Design and Research Institute and scientific and research GIPROD-ORNII Guidelines for the acquisition of machinery for

park upkeep and maintenance of roads. Moscow, 1996. 183 p.

4. Alekseev A.A. Technology and Organization of Rural Construction. Moscow: Stroyizdat, 1983. 53 p.

5. Apatenko A.S. Analysis of the causes of downtime and failure to perform units kulturtehnicheskikh work / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M. 2014. № 2. P. 14–17.

6. Arinin I.N. Diagnostics of technical condition of vehicles. M.: Transport, 2005. 176 p.

7. Semchenko A.I. Guidelines for the management of maintenance and repair of machines in the trust structure, mechanization // Coll. Improving technical obeluzhivaniya and repair of construction machines.

M.: MHSTP named after F.E. Dzerzhinsky, 1983. 85 p.

8. Kim B.G. Increased availability of parks construction machines by improving the technical operation. The thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. Vladimir: VSTU, 1996. 364 p.

9. Apatenko A.S. Influence of life vehicles on their operation in carrying out reclamation work / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M., 2013. № 10. P. 4–8.

10. Apatenko A.S. Picking fleet with the unplanned failure for technical reasons the example of irrigation of peatlands / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M., 2013. № 12. P. 36–39.

*Apatenko Aleksey Sergeevich* – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University; Moscow, 127550, Timiryazevskaya, 49; tel.: 8(499)976-29-79; e-mail: aapatenko@timacad.ru.

Received 25 May 2015

УДК 665:631.3

**Е.А. УЛЮКИНА, В.П. КОВАЛЕНКО, М.А. ЛИПАЕВА**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ТОПЛИВ И МАСЕЛ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Эффективная работа сельскохозяйственной техники зависит от чистоты нефтепродуктов, применяемых при ее эксплуатации.*

*Очистка топлив и масел осуществляется главным образом фильтрованием через пористые перегородки. Представлена конструкция высокоэффективного двухступенчатого фильтра, изготовленного из пористого полимерного материала, однако такие фильтры имеют ограниченный ресурс работы.*

*Перспективным направлением является использование гидродинамических фильтров, конструкция которых позволяет осуществлять непрерывную регенерацию фильтрационных элементов непосредственно на фильтре без остановки процесса очистки. Разработано несколько конструкций гидродинамических фильтров для очистки нефтепродуктов от механических загрязнений и воды, на которые получены патенты.*

*Представлена конструкция гидродинамического фильтра для очистки топлива, масел и гидравлических жидкостей от загрязнений в циркуляционных системах (например, в системах питания дизелей, в системах смазки двигателей и других агрегатов, в системах гидропривода и т.п.).*

*Разработано устройство, включающее в себя наряду с гидродинамическим фильтром гидроциклон для очистки нефтепродукта, сбрасываемого из гидродинамического фильтра, и струйный аппарат для возврата этого продукта во входной патрубок. Особенностью конструкции гидродинамического фильтра является наличие во внутренней полости цилиндрического фильтрационного элемента полой конической вставки, обеспечивающей равномерную подачу на его рабочую поверхность очищаемого продукта и одновременно служащей разделительным бачком между гидроциклоном и струйным аппаратом.*

*Перспективным направлением совершенствования гидродинамических фильтров является применение каскадной схемы очистки нефтепродуктов. При использовании трехступенчатой установки этих фильтров объем очищенного продукта можно довести до 99,9%.*