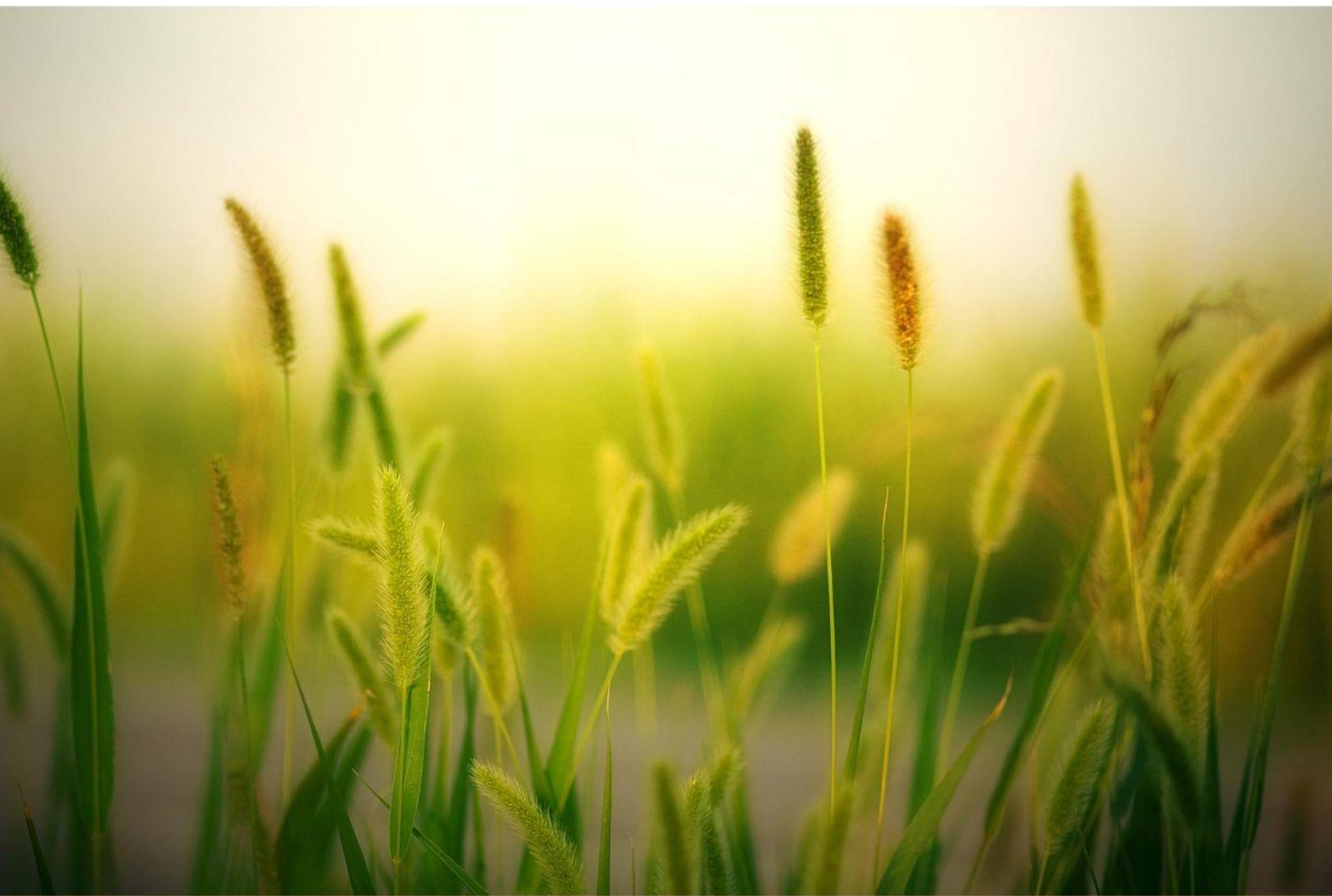


ИЮЛЬ 2020 | ВЫПУСК №5

АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ЭКОНОМИКА



АРЕJ.RU

ISSN 2412-2521

АГРАРНЫЙ РЫНОК
ЭКОНОМИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ
БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ, АНАЛИЗ И АУДИТ
НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ
ПРЕДПРИЯТИИ
ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АПКАГРАРНЫЙ МАРКЕТИНГ

**НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА**

АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ЭКОНОМИКА

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**

№ 5/2020

www.apej.ru

Нижний Новгород 2020

УДК 338.43

ББК 65.32

A 263

Международный научно-практический электронный журнал «Агропродовольственная экономика», Нижний Новгород: НОО «Профессиональная наука» - № 5- 2020. – 69 с.

ISSN 2412-2521

Статьи журнала содержат информацию, где обсуждаются наиболее актуальные проблемы современной аграрной науки и результаты фундаментальных исследований в различных областях знаний экономики и управления агропромышленного комплекса.

Журнал предназначен для научных и педагогических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Все включенные в журнал статьи прошли научное рецензирование и опубликованы в том виде, в котором они были представлены авторами. За содержание статей ответственность несут авторы.

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ** по договору № 685-10/2015.

Электронная версия журнала находится в свободном доступе на сайте [www.apej.ru](http://apej.ru) (http://apej.ru/2015/11?post_type=article)

УДК 338.43

ББК 65.32

Редакционная коллегия:

Главный редактор – **Краснова Наталья Александровна**, кандидат экономических наук, доцент

Редакционный совет:

1. **Пестерева Нина Михайловна** – член-корр. Российской академии естественных наук; Действительный член Академии политических наук; Действительный член Международной академии информатизации образования; Доктор географических наук, Профессор метеорологии, профессор кафедры управления персоналом и экономики труда Дальневосточного федерального университета, Школы экономики и менеджмента г. Владивосток. Пестерева Н.М. награждена Медалью Ордена за услуги перед Отечеством II степени (за высокие достижения в сфере образования и науки). Является почетным работником высшего профессионального образования РФ. *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей по направлению “Экономика труда в АПК”, “Эколого-экономическая эффективность производства”.*

2. **Бухтиярова Татьяна Ивановна** – доктор экономических наук, профессор. Профессор кафедры “Экономика и финансы”. (Финансовый университет при Правительстве РФ, Челябинский филиал). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

3. **Гонова Ольга Владимировна** – доктор экономических наук, профессор. Зав. кафедрой менеджмента и экономического анализа в АПК (ФГБОУ ВПО “Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д.К. Беляева”, г. Иваново). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

4. **Носов Владимир Владимирович** – доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и статистики ФГБОУ ВПО “Российский государственный социальный университет”. *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

5. **Самотаев Александр Александрович** – доктор биологических наук, профессор. Зав. каф. Экономики и организации АПК (ФГБОУ ВПО “Уральская государственная академия ветеринарной медицины”, г. Троицк). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

6. **Фирсова Анна Александровна** – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры финансов и кредита (ФГБОУ ВПО “Саратовский государственный университета им. Н.Г. Чернышевского”). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

7. **Андреев Андрей Владимирович** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов, кредита и налогообложения (Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей в рубриках: Управление и менеджмент, Экономика хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.*

8. **Захарова Светлана Германовна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и управления персоналом НОУ ВПО НИМБ. *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей в рубриках: Управление и менеджмент.*

9. **Земцова Наталья Александровна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры “Бухгалтерский учет, анализ и аудит” (Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

10. **Новикова Надежда Александровна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры “Бухгалтерский учет, анализ и аудит” (Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

11. **Новоселова Светлана Анатольевна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры “Бухгалтерский учет, анализ и аудит” (Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

12. Тиндова Мария Геннадьевна – кандидат экономических наук; доцент кафедры прикладной математики и информатики (Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФБГОУ ВПО РЭУ им. Плеханова). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей по проблемам экономико-математического моделирования.*

13. Шарикова Ирина Викторовна – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой “Бухгалтерский учет, анализ и аудит” (Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова). *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

14. Шаталов Максим Александрович – кандидат экономических наук. Начальник научно-исследовательского отдела (АНОО ВПО “Воронежский экономико-правовой институт”, г. Воронеж), зам. гл. редактора мультидисциплинарного журнала «Территория науки». *В полномочия входят организация и/или проведение экспертной оценки статей общеэкономической направленности.*

Материалы печатаются с оригиналов, поданных в оргкомитет, ответственность за достоверность информации несут авторы статей

© НОО Профессиональная наука, 2015-2020

Оглавление

Агроинженерия	7
Евграфов В.А. Приспособление для ремонта электробензонасосов	7
Евграфов В.А. Стенд для промывки форсунок двигателей.....	14
Теловов Н. К. Стенд для испытания двигателей внутреннего сгорания.....	20
Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Расчет годового режима работы машин для предприятий Московской области.....	29
Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Расчет мотороремонтного участка для автохозяйств	41
Продовольственная безопасность	50
Тиндова М. Г. Анализ регионального животноводства (на примере Саратовской области)	Ошибка! Закладка не определена.
Ресурсный потенциал АПК	60
Гурнович Т.Г., Сайфетдинова Н.Р., Андреюк М.В. Приоритетные направления инновационного развития материально-технической базы сельскохозяйственного производства	60

Агроинженерия

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

Евграфов В.А. Приспособление для ремонта электробензонасосов Device for repairing electric fuel pumps

Евграфов В.А.

д.т.н., профессор кафедры

«Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства»
Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева.

Evgrafov V. A.,

doctor of technical Sciences, Professor of the Department

"Technical operation of technological machines and equipment of nature management"
Russian state agrarian University named after K. A. Timiryazev.

Аннотация. В данной статье предложена разработка стенда для запрессовки и выпрессовки кольца статора электробензонасосов топливных систем двигателей внутреннего сгорания, которая до настоящего времени производилась ручным способом и приводила к поломкам колец. Разработанный стенд позволяет повысить производительность труда на этой операции.

Ключевые слова: статор; стенд, запрессовка, топливная системы.

Abstract. This article proposes the development of a stand for pressing and vypressoovki ring stater electric fuel pumps of internal combustion engine fuel systems, which until now was made manually and led to ring breakdowns. The developed stand allows you to increase labor productivity in this operation.

Keywords: stater; stand, pressing, fuel system.

Рецензент: Бойченко Олег Валериевич - доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».
Член-корреспондент Крымской академии наук, член-корреспондент РАЕ

При проведении ремонта электрического бензонасоса одними из наиболее трудоемких операций являются выпрессовка старого и запрессовка нового кольца статора ЭБН. Проводить данные операции при помощи универсального слесарного инструмента нецелесообразно, так как необходимы демонтаж изношенной детали без повреждения самого статора и точная посадка новой детали. Предлагаемое приспособление разрабатывается с целью облегчения и ускорения выполнения

операций, а также для повышения качества ремонта. Проведенный в процессе разработки обзор аналогичных конструкций показал, что имеются, в том числе и в розничной продаже, приспособления, сходные по принципу действия с разрабатываемым. Однако, все они обладают несколькими недостатками: большими габаритами и сравнительно высокой стоимостью (например, винтовой пресс НВ 5221) или иной специализацией (например, пресс для зажима стоматологических кювет). Таким образом, целесообразно изготовление относительно несложного винтового пресса непосредственно на предприятии. Расчет основных параметров приспособления приводится в данном разделе проекта.

Устройство и принцип действия приспособления.

Разработанное приспособление, рисунок 1, состоит из нижней плиты 2, к которой крепятся: снизу – крышка 3, сверху – статор ЭБН 5, прижатый крышкой 6. В верхней части пресса расположен ходовой винт 10 с маховиком 11. Нижний конец винта упирается в калибрующий дорн 9. При вращении винта создается усилие запрессовки. В колодце нижней плиты при запрессовке устанавливается также специальный упор 6, препятствующий сквозному прохождению кольца через статор. При выпрессовке старого кольца упор убирается. Приспособление крепится на верстаке в слесарных или в стуловых тисках.

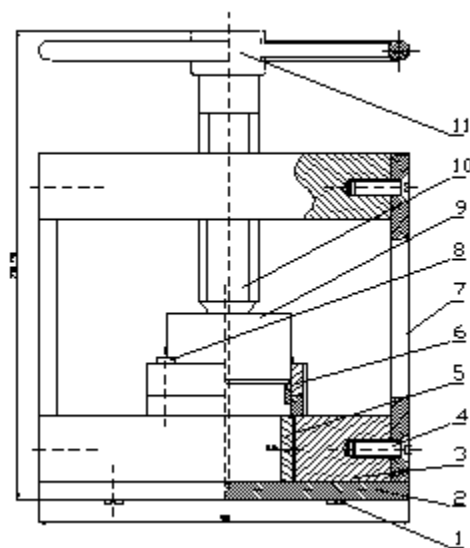


Рисунок 1. Приспособление для запрессовки кольца статора.

1- 4- 8 болты крепления, 2- нижняя плита, 3- крышка нижняя, 5- статор ЭБН.

Материал деталей приспособления представлен в таблице 1.

Таблица 1

Материал основных деталей приспособления

Деталь	Материал
Нижняя плита	Сталь 45, HRC 30...35 ГОСТ 22975-78
Нижняя крышка	Ст.3, Лист 5 мм
Стойка	Сталь 30
Упор	Труба $\frac{\text{вн}30 \times 2 \text{ ГОСТ}8732 - 78}{\text{Ст.3 ГОСТ}8734 - 74}$
Верхняя плита	Сталь 45
Винт	Сталь 40X, HRC 55...60 ГОСТ 22975-78
Маховик	Сталь 30

1. Расчет усилия запрессовки кольца.

Расчет приспособления начинаем с определения усилия запрессовки бронзового кольца в статор ЭБН.

Требуемое усилие определяем по формуле

$$P = \sigma_T \cdot F, \text{ Н} \quad (1)$$

где σ_T – предел текучести материала кольца, МПа (для бериллиевой бронзы БрБ2 $\sigma_T=235$ МПа [2]); F – площадь смятия, м^2 .

Площадь смятия рассчитывается;

$$F = \pi(R^2 - r^2), \text{ м}^2 \quad (2)$$

где R – внешний радиус кольца с припуском, м; r – номинальный внешний радиус кольца, м.

$$\text{Вычисляем: } F = 3,14 \cdot (0,0175^2 - 0,0170^2) \approx 0,00001725 = 17,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$P = 235 \cdot 10^6 \cdot 17,25 \cdot 10^{-6} = 4053,8 \text{ Н}.$$

2. Расчет винтового крепления.

Минимальный диаметр винтов, крепящих боковые стойки прессы к нижней и верхней плитам, рассчитываем по формуле:

$$d \geq \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot [\tau]}}, \text{ м} \quad (3)$$

где $[\tau]$ – допускаемое напряжение сдвига в опасном сечении винта, МПа.
для стального винта $[\tau] = 60$ МПа:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 4053,8}{3,14 \cdot 60 \cdot 10^6}} = 13,12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 13 \text{ мм}.$$

10

Для получения более компактной конструкции применяем крепление из четырех винтов М5×25 (по два с каждой стороны). Итого, полученный суммарный диаметр $4 \cdot 5 = 20 \text{ мм} > 13 \text{ мм}$, - соответствует условию прочности.

Проверяем стенки отверстий скрепленных болтом деталей на смятие. Напряжение смятия в стенках отверстий:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P_1}{\delta \cdot d} < [\sigma_{\text{см}}], \text{ МПа} \quad (4)$$

где P_1 -усилие смятия, Н; δ -планируемая толщина скрепляемых пластин, м (0,005 м); d -диаметр винта, м (0,005 м); $[\sigma_{\text{см}}]$ -допустимое напряжение, МПа (200 МПа).

Так как расчет ведется для четырех винтов, то для каждого из них по отдельности сминающее усилие будет: $P_1 = P/4 = 4053,8/4 = 1013,5 \text{ Н}$.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1013,5}{0,005 \cdot 0,005} = 40,53 \text{ МПа} < [200 \text{ МПа}].$$

Это отвечает условиям прочности. Принимаем толщину боковых стоек 5мм.

3. Расчет ходового винта.

В предварительном варианте принимаем винт с трапециидальной резьбой номинального диаметра 16 мм, шагом витков 2 мм, внутренний диаметр 14,36 мм, ГОСТ 24738-81. Конец винта для снижения трения проектируем в виде полусферы радиусом 16 мм.

Момент затяжки винта определяем по формуле:

$$M = P \cdot [0,1d_2 + f_1 \cdot R \cdot \text{ctg} \frac{\gamma}{2}], \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5)$$

где d_2 -внутренний диаметр резьбы, м; f_1 -коэффициент трения материала винта (в нашем случае 0,15); R -радиус сферического конца, м; γ -угол конического углубления пяты (в нашем случае 120°).

$$M = 4053,8 \cdot [0,1 \cdot 0,0144 + 0,15 \cdot 0,016 \cdot \text{ctg} \frac{120}{2}] = 11,45 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4. Расчет посадки маховика.

Для упрощения записей сопрягаемый конец винта будем называть «вал», а отверстие ступицы маховика - «втулка».

Исходные данные:

Номинальный размер соединения: $d=12 \text{ мм}$.

Наружный диаметр охватывающей детали: $D=100 \text{ мм}$.

Длина сопряжения: $l=25 \text{ мм}$.

11

Крутящий момент, передаваемый сопряжением: $M_{кр}=11,45 \text{ Н} \times \text{м}$.

Параметры шероховатости вала и втулки: $R_{zd}=3.2 \text{ мкм}$, $R_{zd}=3.2 \text{ мкм}$.

5. Определение давления, необходимого для передачи заданного крутящего момента:

$$P \geq \frac{2M_{кр}}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f}, \text{ МПа} \quad (6)$$

где $M_{кр}$ -наибольший крутящий момент в соединении, $\text{Н} \times \text{м}$; d -номинальный размер сопряжения, м ; l -длина сопряжения, м ; f -коэффициент трения покоя ($f = 0,15$).

$$P \geq \frac{2 \times 11,45}{3,14 \times 0,012^2 \times 0,025 \times 0,15} \geq 13,5 \text{ МПа}.$$

6. Определение величины наименьшего предельного натяга в соединении, способного передать заданный крутящий момент:

$$N_{\min} = P \times d \left(\frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right), \text{ мкм} \quad (7)$$

где E_D , E_d -модули упругости материалов втулки и вала,
 C_D , C_d –коэффициенты определяемые по следующим формулам

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{d}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d}{D_2} \right)^2} + \mu_D; \quad C_d = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_d, \quad (8)$$

где μ_D , μ_d – коэффициенты Пуассона для материалов вала и втулки.

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{0,012}{0,100} \right)^2}{1 - \left(\frac{0,012}{0,100} \right)^2} + 0,28 = 1,30; \quad C_d = \frac{1 + \left(\frac{0}{0,012} \right)^2}{1 - \left(\frac{0}{0,012} \right)^2} - 0,28 = 0,72.$$

$$N_{\min} = 13,5 \times 10^6 \times 0,012 \cdot \left(\frac{1,30}{2 \times 10^{11}} + \frac{0,72}{2 \times 10^{11}} \right) = 16,4 \text{ мкм}.$$

Вычисление величины расчетного натяга с учетом, что при запрессовке микронеровности сопрягаемых поверхностей срезаются или сминаются

$$N_{\text{расч}} = N_{\min} + 1,2(R_{zd} + R_{zd}), \text{ мкм} \quad (9)$$

где R_{zd} , R_{zd} -высота микро неровности поверхности вала и втулки, мкм

12

$$N_{\text{расч}} = 16,4 + 1,2(3,2 + 3,2) = 24,08 \text{ мкм}$$

Выбор стандартной посадки из посадок группы «с натягом»

Условие выбора посадки: $N_{\text{min}}^{\text{CT}} \geq N_{\text{расч}}$,

где $N_{\text{min}}^{\text{CT}}$ - наименьший предельный натяг, обеспечиваемый выбранной стандартной посадкой, мкм.

Выбираем посадку $\frac{H7}{t6}$: $69 \text{ мкм} \geq 24,08 \text{ мкм}$.

7. Проверка оптимальности выбора посадки.

Расчет наибольшего давления, возникающего в металле втулки при реализации выбранной посадки, ведем по формуле:

$$P_{\text{max}} = \frac{N_{\text{min}}^{\text{CT}} - 1,2 \cdot (R_{\text{zd}} + R_{\text{zd}})}{d \cdot \left(\frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right)}, \text{ МПа} \quad (10)$$

$$P_{\text{max}} = \frac{69 \times 10^{-6} - 1,2(3,2 + 3,2) \times 10^{-6}}{0,012 \left(\frac{1,30}{2 \times 10^{11}} + \frac{0,72}{2 \times 10^{11}} \right)} = 38,82 \text{ МПа}.$$

Наибольшее напряжение, возникающее в металле втулки, рассчитывается по формуле:

$$\sigma_D = \frac{1 + \left(\frac{d}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d}{D_2} \right)^2} \times P_{\text{max}}, \text{ МПа}. \quad (11)$$

$$\sigma_D = \frac{1 + \left(\frac{0,012}{0,100} \right)^2}{1 - \left(\frac{0,012}{0,100} \right)^2} \times 38,82 \approx 40 \text{ МПа}.$$

Анализ выполнения условия прочности охватываемой детали: $\sigma_D < [\sigma_T]_D$

$$[\sigma_T]_D = 333 \text{ МПа}; \quad 40 \text{ МПа} < 333 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется, посадка выбрана оптимально.

13

Вывод.

Применение приспособления для запрессовки и выпрессовки кольца статора упрощает и облегчает данный процесс, значительно снижаются энергозатраты рабочего при ремонте.

Conclusion.

The use of a device for pressing and vyprressovki stator ring simplifies and facilitates this process, significantly reducing the energy consumption of the worker during repair.

Библиографический список

1. Буралев Ю.В., Мартиров О.А., Кленников Е.В. Устройство обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей. М.: Высшая школа, 1987.
2. Слепцов О. Н. «Эффективность применения топлив растительного происхождения в АПК», диссертация, канд. техн. наук, - М.: МГАУ, 2007.
3. Тойгамбаев С.К., Голицыцкий П.В. Размерный анализ подшипников скольжения при обжатии. / Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2013. № 2 (58). с. 38-40.
4. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. –М.: 2011 с. 187.
5. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издательская «Компания Спутник +». –М.: 2006. с.167.
6. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ – 21614. -М.: ж. Техника и технологии № 3 (56), 2013. с. 76-85.
7. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
8. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
9. Тойгамбаев С.К. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей./ Аспирант и соискатель. – М.: 2012. № 4 (70). с. 80-84.
10. Тойгамбаев С.К. Закалка витков пружин сельскохозяйственных машин с применением электромеханического упрочнения./ Управление рисками в АПК. –М.: № 3-4. 2015. с. 21-33.

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

Евграфов В.А. Стенд для промывки форсунок двигателей
Stand for flushing of the nozzles of the engines.

Евграфов В.А.

д.т.н., профессор кафедры

«Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства»
Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева.

Evgrafov V. A.,

doctor of technical Sciences, Professor of the Department "Technical operation of technological
machines and equipment of nature management"

Russian state agrarian University named after K. A. Timiryazev

***Аннотация.** В данной статье предложена разработка стенда для промывки после прочистки и дефектации распылителей форсунок, которая до настоящего времени производилась ручным плунжерным насосом. Разработанный стенд позволяет повысить производительность труда на этой операции.*

***Ключевые слова:** форсунка, стенд, промывка, топливная системы.*

***Abstract.** This article suggests the development of a stand for flushing after cleaning and defecation of spray nozzles, which until now has been produced by a manual plunger pump. The developed stand allows you to increase labor productivity in this operation. The stand is designed.*

***Keywords:** nozzle, stand, flushing, fuel system.*

Рецензент: Бойченко Олег Валериевич - доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Член-корреспондент Крымской академии наук, член-корреспондент РАЕ

На современном этапе развала промышленных предприятия и отраслей, происходит период перехода на различные методы агрегатного ремонта. Это в первую очередь связано с развалом и неспособностью ремонтных предприятия противостоять натиску импортной техники, со своей ремонтной и обслуживающей номенклатурой. Все же, ремонтно – восстановительные работы необходимы и в первую очередь для отечественной техники. В этой связи процессы направленные на удешевление, снижение себестоимости ремонтных работ являются весьма актуальными. В настоящей статье приводится схема работы и расчеты модернизированного приспособления и стенд – для более упрощенного, эффективного и быстрого проведения ремонтных работ. В частности стенд для промывки форсунок двигателей и приспособление для проведения ремонта автомобильных электробензонасосов с расчетами на прочность нагруженных деталей.

Стенд для промывки распылителей форсунок двигателей.

До настоящего времени промывка распылителей форсунок производилась ручным плунжерным насосом. Разработанный стенд позволяет повысить производительность труда на этой операции. Стенд предназначен для промывки после прочистки и дефектации распылителей форсунок.

Краткая характеристика стенда

Привод стенда пневматический. Рабочее давление воздуха от 0,4 до 0,5 МПа (4...5 кг/см²). Давление промывочной жидкости до 30 МПа (300 кг/см²). Рабочей жидкостью является дизельное топливо. Крепление распылителей производится гайкой.

Габаритные размеры: длина – 565 мм.; ширина – 285 мм.;

высота – 410 мм.; вес – 54 кг.

Устройство и работа стенда Стенд рисунок 1, состоит из следующих узлов: рамы сварной конструкции 1, экрана 2, форсунки 3, манометра 4, гидроблока 5, кожуха 6, пневмоблока 7, трубопроводов 8, блока управления 9, напорного бака 10, вентиля открытия экрана 11. Рама выполнена из уголковой и листовой стали, и является основанием стенда. Экран закреплен шарнирно на кожухе, что позволяет производить замену распылителя при поднятом экране. Экран выполнен из органического стекла позволяет визуально выполнить и наблюдать работу распылителя форсунки. Гидроблок представляет собой гидроцилиндр с поршнем. На выходе из гидроцилиндра установлена форсунка. Для контроля давления срабатывания форсунки в гидроблоке имеется манометр. Поршень гидроцилиндра приводится в действие штоком пневмокамеры. Пневмоблок состоит из блока управления и пневмокамеры, предназначенной для заполнения гидроцилиндра топливом и приведения в действие его поршня. Блок управления соединен с воздушной магистралью цеха и имеет два клапана, управляемых кнопками. Один клапан подает сжатый воздух в топливный бак, а другой в пневмокамеру. Пневмокамера является тормозной камерой диафрагменного типа автомобиля МАЗ-500. При подаче воздуха в камеру диафрагма перемещается, выдвигая шток с закрепленным на нем поршнем гидроцилиндра.

Напорный топливный бак представляет собой герметичную сварную металлоконструкцию. При подаче в него сжатого воздуха, топливо из него через фильтр вытесняется в гидроблок. Бак оборудован пробкой, которая открывается после промывки распылителя для слива отработанного топлива, а также предусмотрен предохранительный шариковый клапан. Агрегаты стенда закрыты сварным кожухом.

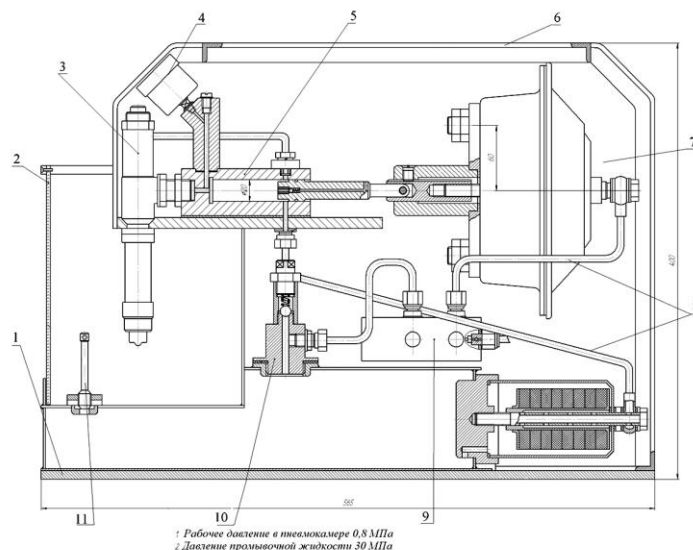


Рисунок 1. Стенд для промывки распределителей

Перед началом работы на стенде его необходимо проверить и подключить. Подсоединить стенд к цеховой воздушной сети через штуцер. Открыть кран и залить дизельное топливо в количестве 4-х литров. Нажать на кнопку и проверит поступление дизельного топлива в форсунку под давлением. Предупреждение: редукционный клапан необходимо отрегулировать на давление не более 0, МПа (2 кг/см²).

Приведем некоторые расчеты по стенду.

1. Расчет пневмокамерного привода стенда. Исходные данные:

$D = 140$ мм – рабочий диаметр мембраны; $P = 0,8$ МПа – давление воздуха;

$d = 20$ мм – диаметр плунжера.

Необходимо узнать давление, развиваемое плунжером.

$$Q = F \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (1)$$

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p - (q + T) \quad (2)$$

где: q – сила сжатия пружины, возвращающей мембрану, $T = 13,2$ Н – сила трения плунжера с уплотнительным кольцом, $k = 1,2$ – коэффициент запаса жесткости пружины.

Силу сжатия пружины возвращающей мембрану определяем по формуле:

17

$$q = T \cdot k \quad (3)$$

$$q = 13,2 \times 1,2 = 1,58$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 140^2}{4} \cdot 8 - (1,58 + 1,32) = 3060 \text{ Н}; \quad Q = 3060 \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 41 \text{ МПа}$$

Рабочая пружина форсунки регулируется на срабатывание при давлении 30 МПа (300 кг/см²), т.е. давление, вырабатываемое плунжером достаточно для проверки распылителей форсунки.

2. Расчет надежности крепления станда к столу основания

Условием надежности крепления приспособления к столу станка является отсутствие сдвига приспособления относительно стола станка во время работы.

Условие отсутствия сдвига приспособления относительно стола станка записывается:

$$F_{\text{зам}} = \frac{\kappa \cdot F}{i \cdot f \cdot Z_{\delta}}, \text{ Н}; \quad (4)$$

где: i – число плоскостей стыка, $i = 1$; f – коэффициент трения, $f = 0,1$; κ – коэффициент запаса, $\kappa = 2$; Z_{δ} – количество болтов, $Z_{\delta} = 4$; $F_{\text{зат}}$ – сила затяжки болта, Н; F – внешняя сила, Н.

Внешняя сила F определяется по формуле:

$$F = \frac{T}{R}, \text{ Н}; \quad (5)$$

где: T – вращающий момент $T = 602 \text{ Н} \cdot \text{мм}$; R – расстояние от оси хона до оси крепежного болта.

Расстояние от оси основания до оси крепежного болта рис. 2. определяется по формуле:

$$R = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}, \text{ мм}; \quad (6)$$

где $l = 120 \text{ мм}$.

$$R = \sqrt{\left(\frac{120}{2}\right)^2 + \left(\frac{120}{2}\right)^2} = 85 \text{ мм}$$

18

Подставляя полученные значения R в формулу (5), получим величину внешней силы F:

$$F = \frac{602}{85} = 7,1H$$

Подставляя полученные значения внешней силы F в формулу (4), получим величину силы затяжки болта $F_{зат}$:

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 7,1}{1 \cdot 0,1 \cdot 4} = 35,5H.$$

3. Расчет крепежных болтов на прочность по напряжению от силы затяжки.

Условие прочности по напряжению от силы затяжки записывается:

$$\sigma_{эк} = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} \leq [\sigma], МПа; \quad (7)$$

где: d_1 -внутренний диаметр резьбы, для болта М12 $d_1 = 10,1$ мм; $F_{зат}$ -сила затяжки болта, $F_{зат} = 35,5$ Н;

$$\sigma_{эк} = \frac{1,3 \cdot 35,5}{\frac{3,14 \cdot 1,01^2}{4}} = 0,58 МПа.$$

Для болта изготовленного из стали 20 допустимое напряжение $[\sigma] = 144$ МПа.

Условие прочности крепежного болта по напряжению от силы затяжки выполняется, так как $\sigma_{эк} \ll [\sigma]$.

Выводы:

Конструкционная разработка стенд для промывки форсунок позволяет экономить не только рабочее время затрачиваемое на промывку распылителя форсунки двигателей, но и существенно экономит материальные затраты предприятия. Получены характеристики работы устройства, данная характеристика удовлетворяет тем требованиям, которые предъявляются системам низкого давления, то есть обеспечение минимального сопротивления на пути к насосу высокого давления.

Библиографический список

1. Буралев Ю.В., Мартиров О.А., Кленников Е.В. Устройство обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей. М.: Высшая школа, 1987.
2. Слепцов О. Н. «Эффективность применения топлив растительного происхождения в АПК», диссертация, канд. техн. наук, - М.: МГАУ, 2007.
3. Тойгамбаев С.К., Голиницкий П.В. Размерный анализ подшипников скольжения при обжати. / Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2013. № 2 (58). с. 38-40.
4. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. –М.: 2011 с. 187.
5. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издательская «Компания Спутник +». –М.: 2006. с.167.
6. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ – 21614. -М.: ж. Техника и технологии № 3 (56), 2013. с. 76-85.
7. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
8. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
9. Тойгамбаев С.К. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей./ Аспирант и соискатель. – М.: 2012. № 4 (70). с. 80-84.
10. Тойгамбаев С.К. Закалка витков пружин сельскохозяйственных машин с применением электромеханического упрочнения./ Управление рисками в АПК. –М.: № 3-4. 2015. с. 21-33.

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

Теловов Н. К. Стенд для испытания двигателей внутреннего сгорания

Stand for testing internal combustion engines

Теловов Н. К.

научный сотрудник кафедры мелиоративных и строительных машин
Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева.

Абдулмажидов Х.А.

доцент кафедры мелиоративных и строительных машин
Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева

Telovov N. K.
research associate of the Department of land reclamation and construction machines Russian state
agrarian University named after K. A. Timiryazev.

Abdulmajidov H. A.
associate Professor of the Department of reclamation and construction machinery Russian state
agrarian University-MTAA them. K. A. Timiryazev.

Аннотация. Существуют различные стенды для испытания двигателей, недостатком большинства является их узкоспециализированность, на конкретные модели двигателей. Здесь же предлагается совершенствование рамы для установки двигателя на испытательном стенде, что дает возможность испытания на таком стенде различных моделей двигателей.

Ключевые слова: Стенд; испытание; надежность; двигатель.

Abstract. there Are various stands for testing engines, the disadvantage of most of them is their narrow specialization, for specific engine models. It also offers improvements to the frame for installing the engine on the test bench, which makes it possible to test various models of engines on such a stand.

Keywords: Stand; test; reliability; engine.

Рецензент: Бойченко Олег Валериевич - доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».
Член-корреспондент Крымской академии наук, член-корреспондент РАЕ

Для надежной и безотказной работы всех деталей двигателей большое значение имеет приработка деталей между собою, испытания двигателей до начала эксплуатаций, что увеличивает коэффициент полезного действия данного механизма. Первое время работы новой или отремонтированной машины связано с форсированной взаимной приработкой деталей. В течение этой приработки стираются отдельные выступающие неровности, после чего поверхности приобретают нормальное состояние, характеризуемое повышенным устойчивым коэффициентом полезного действия данного механизма. Процесс приработки деталей связан с усиленным

износом, а значит, и нагревом деталей, поэтому требует вполне определённого режима. В противном случае может произойти заедание поверхностей и повреждения механизма. Дефекты сборки (перекосы, неправильные зазоры, ненадёжные крепления) особенно легко обнаруживаются именно во время приработки – по ненормальному перегреву отдельных сочленений, стукам, течи и т.д. Таким образом, обкатка, с одной стороны, позволяет проверить качество ремонта и сборки механизмов и, с другой стороны, является важнейшим этапом в подготовке механизмов к нормальной работе.

Обкатка - необходимая технологическая операция для приработки сопряжённых деталей.

Исследованиями установлено, что основная приработка деталей двигателей происходит в первые 2...3 часа и полностью завершается через 50...60 часов. Поэтому обкатку проводят в два этапа. Первые, наиболее ответственные, часы приработки проводят на стендах по специальному режиму, установленному техническими условиями для двигателей каждой марки. Последующую обкатку двигатель проходит в условиях эксплуатации с пониженной нагрузкой и также по специальному режиму, определённому для каждой машины.

Для испытания двигателей применяют специальные установки: механические, гидравлические и электрические.

В ремонтных предприятиях широко распространена гидравлическая тормозная установка Т-4 рисунок 1. Она состоит из тормоза, весового механизма, механизма соединения вала ротора с посторонним приводом и редуктора, устанавливаемого на общую плиту тормозной установки. При холодной обкатке привод осуществляется через шкив 1 и тормозной барабан 6 при этом не работает.

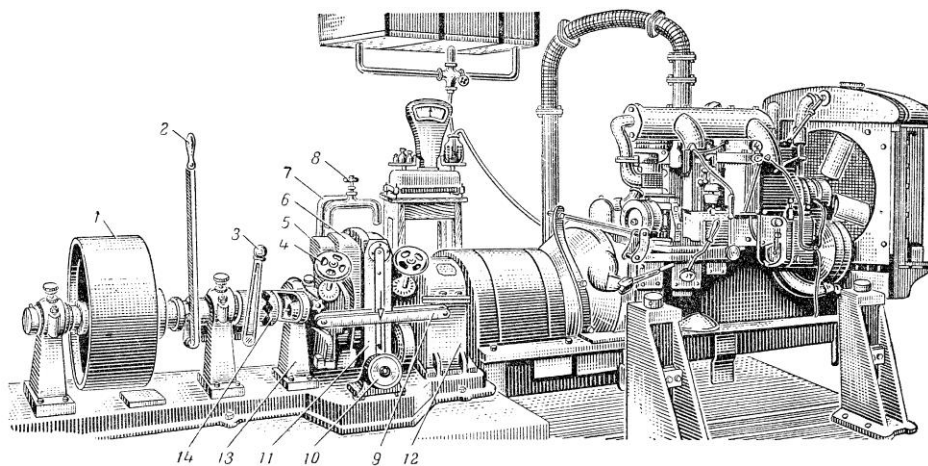


Рисунок 1. Тормозная установка Т-4 с гидравлическим тормозом:

1 – шкив; 2 – рычаг; 3 – рычаг кулачковой муфты; 4 – маховичок регулировки поступления воды; 5 – воронка; 6 – тормозной барабан; 7 – трубопровод; 8 – кран; 9 – рейка; 10 – маятник; 11 – стойка; 12 – редуктор; 13 – кронштейн; 14 – кулачковая муфта.

При горячей обкатке во время работы тормоза вода подаётся к центру дисков ротора (в тормозном барабане). Увлекаясь последними, она центробежной силой отбрасывается к наружной цилиндрической поверхности барабана, образуя кольцо. Этот кольцевой слой воды создаёт сопротивление вращающемуся ротору. Сила сопротивления зависит от скорости вращения ротора и от толщины водяного кольца. Вследствие трения о диски ротора и корпуса барабана вода внутри корпуса нагревается. Чем большую мощность поглощает тормоз, тем сильнее повышается температура воды в барабане и, следовательно, тем больше воды нужно пропускать через барабан тормоза. Недостатком данного стенда является то, что тормоз работает вполне устойчиво при температуре выходящей воды 60⁰С, наблюдается сложность в холодной обкатке двигателя при определённых оборотах.

Тормозная установка ОТ-6 (КО-2204) принципиально не отличается от установки Т-4, но является более усовершенствованной. Установка имеет коробку передач, установленную между приводным шкивом и тормозным барабаном. Это позволяет проводить на ней холодную обкатку двигателя при 300, 385, 522, 685, 830 и 1200 об/мин. Тормозной барабан установки разделён глухим диском на две секции. В одной секции имеются два вращающихся диска ротора, а в другой – три. Секции могут работать как отдельно, так и вместе. Вследствие этого на установке можно испытывать как малооборотные двигатели большой мощности, так и быстроходные двигатели малой мощности. Это исключает установку редуктора. Недостатком является использование воды (необходимо обеспечить герметичность тормозного барабана).

Электрическая тормозная установка СТЭУ-28 ГОСНИТИ рис. 2. состоит из электрического двигателя-тормоза 1 с весовым механизмом 3, редуктора 2, регулировочного жидкостного реостата, установки для замера топлива и контрольно измерительных приборов, сосредоточенных на общем пульте управления. Электрический двигатель-тормоз 1 представляет собой стандартный асинхронный электродвигатель трёхфазного переменного тока с фазовым ротором типа АК-81-6, мощностью 28 кВт. При холодной обкатке электродвигатель прокручивает коленчатый вал двигателя. При горячей обкатке под нагрузкой и испытании электродвигатель тормозит испытываемый двигатель. В первом случае электродвигатель работает в режиме двигателя и потребляет электроэнергию из сети, во втором – в режиме генератора и отдаёт электроэнергию в сеть. Для плавного изменения частоты вращения электродвигателя служит жидкостный реостат.

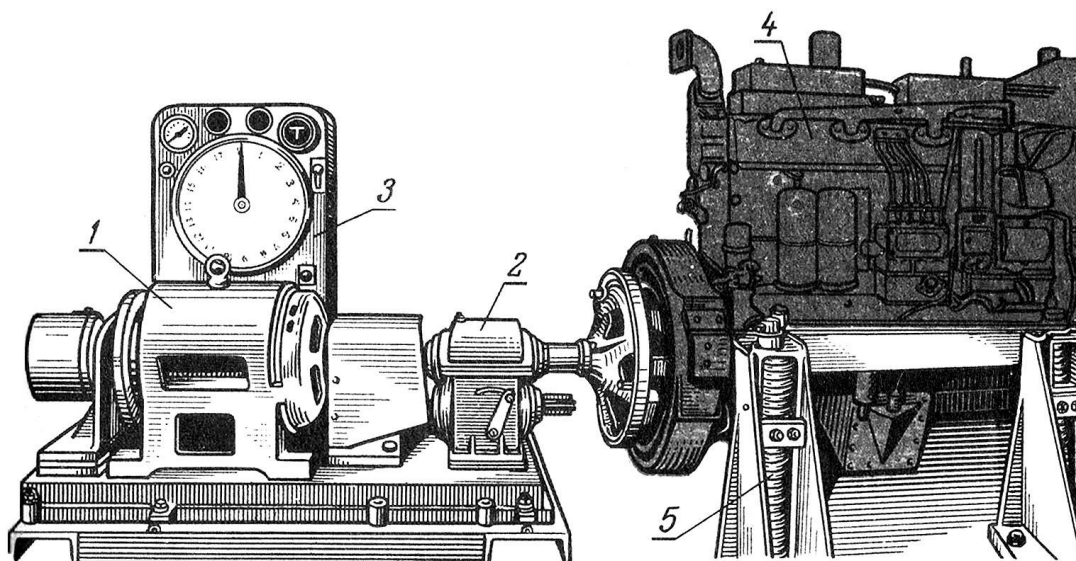


Рисунок 2. Электротормозной стенд СТЭУ-28 ГОСНИТИ:

1 – двигатель-тормоз; 2 – редуктор; 3 – весовой механизм; 4 – двигатель на испытании;
5 – опора двигателя.

Недостатком данного стенда является сложность в управлении (необходимо находиться в непосредственной близости от стенда), одним из дорогостоящих узлов стенда является основание для крепления двигатель-тормоза и обкатываемого двигателя.

Анализ существующих конструкций испытательных стендов выявил общий недостаток всех – в предназначении каждой из них для проведения испытаний определенных моделей двигателей. В данной статье предлагается разработка основания к стенду для обкатки двигателей рис. 3, что позволит унифицировать упростить установку на данном стенде двигателей различных модификации.

Для чего предлагается сделать стойки крепления двигателя на оснований испытательного стенда – подвижными. Стенд предлагаемого варианта не обладает сложной конструкцией, он прост в изготовлении, но в тоже время стенд имеет высокую надежность и хороший доступ к ремонтируемому объекту, что является основными показателями при выборе варианта необходимого стенда.

Стенд состоит из основания 1, стоек для крепления двигателя подлежащего испытанию 2, стоек для крепления двигатель-тормоза 5, карданного вала 3 и защиты карданного для вала 4

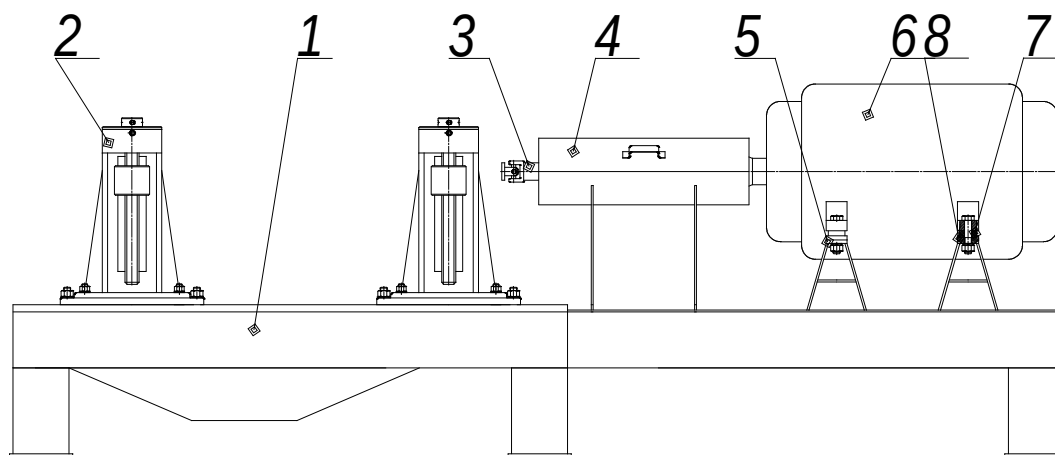


Рисунок 3. Универсальный стенд для обкатки ДВС:

1 – основание; 2 – стойка; 3 – карданный вал; 4 – защита; 5 – опора двигатель-тормоза; 6 – двигатель-тормоз; 7 – стакан; 8 – подушка.

Работа стенда происходит следующим образом:

На раму обкаточного стенда 1 через эластичные подушки 8 устанавливается двигатель-тормоз 6. С помощью болтового соединения к двигатель-тормозу через защиту 4 подсоединяется карданный вал 3. Двигатель, подлежащий обкатке устанавливается на стойки 2 и с помощью винтов установленных в стойках выставляется соосно с двигатель-тормозом 6. С помощью карданного вала 3 двигатель и двигатель-тормоз соединяются вместе. После фиксации защитного устройства 4 карданного вала 3 стенд готов к работе.

При испытании и обкатке следующего двигателя достаточно только установить двигатель, выставить соосность и присоединить карданный вал.

Двигатели крепятся на стенд к подвижным стойкам, в которые вкручиваются шпильки крепления двигателя.

Определение основных параметров производился прочностным расчетом наиболее нагруженных деталей стенда с целью надежной работы. Произведён прочностной расчёт механизма подъёма стенда на основе расчёта грузовых винтов из условий: - диаметр подъёмного винта $d = 40 \text{ мм}$;

- максимальный поднимаемый вес $Q = 1250 \text{ кг}$ (вес двигателя А-41);
- длина рукоятки $l = 100 \text{ мм}$;
- винт изготовлен из стали 45, гайка из стали 3.

25

1. КПД подъёмного механизма: а) Угол подъёма β винтовой линии прямоугольной резьбы

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi \cdot d_2} \quad (1)$$

где P - шаг винта, мм ($P = 6$ мм); d_2 - средний диаметр винта, мм.

$$d_2 = \frac{d + d_1}{2}, \quad (2)$$

где d_1 - внутренний диаметр винта, мм.

$$d_2 = \frac{40 + 29,5}{2} = 34,75 \text{ мм.}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{6}{3,14 \cdot 34,75} = 0,055 \quad \text{или} \quad \beta = 3^{\circ}09'$$

б) Угол трения ρ

Если принять коэффициент трения в резьбе $f = 0,15$ - сталь по стали в состоянии покоя без наличия смазки, то $\operatorname{tg} \rho = 0,15$ или $\rho = 8^{\circ}32'$.

Для условия самоторможения винта резьбовом соединении должно быть; угол подъёма β должен быть меньше угла трения ρ :

$$\beta < \rho. \quad (3)$$

$3^{\circ}09' < 8^{\circ}32'$ - это условие тоже выполняется

в) Полезная работа подъёма груза A_p за один оборот винта, необходимая для подъёма и преодоления силы трения в резьбе:

$$A_p = Q \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho), \quad (4)$$

где Q - грузоподъёмность винта, кг.

$$A_p = 1250 \cdot 3,14 \cdot 3,475 \cdot \operatorname{tg}(3^{\circ}09' + 8^{\circ}32') = 3090,94 \approx 3091 \text{ кгс см.}$$

г) Работа за один оборот винта A_T , необходимая для преодоления трения на торцевой части винта:

$$A_T = \frac{2 \cdot Q \cdot f \cdot (d_3^3 - d_4^3)}{3(d_3^2 - d_4^2)} \pi, \quad (5)$$

где d_3 - внешний диаметр опорной части, см;

d_4 - внутренний диаметр опорной части, см.

$$A_T = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 0,15 \cdot (6_3^3 - 4,5_4^3) \cdot 3,14}{3(6_3^2 - 4,5_4^2)} = 3111,96 \approx 3112 \text{ кгс см.}$$

д) Полезная работа подъёма груза A_{II} :

$$A_{II} = Q \cdot P, \quad (6)$$

$$A_{II} = 1250 \cdot 6 = 7500 \text{ кгс см.}$$

КПД.

$$\eta = \frac{A_{II}}{A_P + A_T}, \quad (7)$$

$$\eta = \frac{7500}{3091 + 3112} \cdot 100 = 120,9 \text{ \%}.$$

2. Усилие рабочего при подъёме груза. При длине рукоятки 100 см за один оборот:

$$A_3 = P_p \cdot 2 \cdot \pi \cdot L, \quad (8)$$

где A_3 - затраченная работа за один оборот винта, кгс см; P_p - усилие рабочего при подъёме, кгс; L - длинна рукоятки, см.

$$P_p = \frac{A_3}{2 \cdot \pi \cdot L}, \quad (9)$$

$$A_3 = A_P + A_T, \quad (10)$$

$$A_3 = 3091 + 3112 = 6203 \text{ кгс см.}; \quad P_p = \frac{6203}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} = 9,88 \text{ кгс.}$$

Усилие на рукоятке соответствует условию безопасности труда $P_p = 15 \dots 30$ кгс.

Проверка напряжения в винте:

а) Нормальное напряжение $\sigma_{сж}$:

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{F}, \quad (11)$$

где F - площадь поперечного сечения, см².

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}, \quad (12)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 2,95^2}{4} = 6,83 \text{ см}^2; \quad \sigma_{сж} = \frac{1250}{6,83} = 183,02 \approx 183 \text{ кгс/см}^2.$$

б) Касательное напряжение τ_{KP}

$$\tau_{KP} = \frac{M_{KP}}{0,2 \cdot d_1^3}, \quad (13)$$

где M_{KP} - крутящий момент, кгс см.

$$M_{KP} = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho), \quad (14)$$

$$M_{KP} = 1250 \cdot \frac{3,5}{2} \cdot 0,225 = 492,19 \text{ кгс см}; \quad \tau_{KP} = \frac{492,19}{0,2 \cdot 2,95^3} = 95,94 \text{ кгс/см}^2.$$

в) Приведённое напряжение σ_{PP} :

$$\sigma_{PP} = \sqrt{\sigma_{CЖ}^2 + 4\tau_{KP}^2}, \quad (15)$$

$$\sigma_{PP} = \sqrt{183^2 + 4 \cdot 95,94^2} = \sqrt{70306,9} \approx 265 \text{ кгс/см}^2.$$

Из условия достаточной прочности для стали 45 $[\sigma_{PP}] = 6100 \text{ кгс/см}^2$:

$$\sigma_{PP} \leq [\sigma_{PP}], \quad (16)$$

Условие прочности $265 \leq 6100$ - выполняется.

Результат расчёта удовлетворяет требованиям предъявляемым с соединениям сталь по стали $[\sigma] = 70 \div 130 \text{ кгс/см}^2$.

Опускание и подъем двигателя до уровня кронштейна производится краном. Необходимо следить за тем, чтобы грузозахватное приспособление надежно удерживалось на крюке запорным замком. Необходимо периодически осматривать состояние подшипников и вала. Особые требования к изготовлению установки не предъявляется.

Выводы.

Стенд для испытания и обкатки двигателей с унифицированной рамкой позволяет проводить испытательные работы с различными моделями двигателей. По сравнению с аналогами стенд имеет следующие преимущества: - простота конструкции; - высокая надежность; - доступность к узлам.

Conclusions.

A stand for testing and running-in of engines with a unified frame allows you to carry out test work with different models of engines. In comparison with analogs the stand has the following advantages: - ease of construction; - high reliability; - node availability.

Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах. М.: Машиностроение, 2002
2. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники: Справочник; под ред. С.С. Черепанова. - М.: Колос, 1998.-200с.
3. Тойгамбаев С.К. Применение инструментальных материалов при резании металлов. Учеб. Пособие для ВУЗов – М.: МГУП, 2007 -206 с.
4. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. –М.: 2011 с.187.
5. Тойгамбаев С.К., Голиницкий П.В. Размерный анализ подшипников скольжения при обжати. / Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2013. № 2 (58). с. 38-40.
6. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издательская «Компания Спутник +». –М.: 2006. с.167.
7. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ – 21614. -М.: ж. Техника и технологии № 3 (56), 2013. с. 76-85.
8. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
9. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
- 10-. Тойгамбаев С.К. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей./ Аспирант и соискатель. – М.: 2012. № 4 (70). с. 80-84.
11. Тойгамбаев С.К. Закалка витков пружин сельскохозяйственных машин с применением электромеханического упрочнения./ Управление рисками в АПК. –М.: № 3-4. 2015. с. 21-33.

УДК 621.797:631.3.02.004

Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Расчет годового режима работы машин для предприятий Московской области

Calculation of the annual mode of operation of machines for businesses in the Moscow region

Тойгамбаев С.К.

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

Евграфов В.А.

д.т.н., профессор кафедры

«Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства»

Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева

Toigonbaev S. K.

PhD, Professor, Department of technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering,

doctor of Russian state agrarian University – MTAA named after K. A. Timiryazev

Evgrafov V. A.,

doctor of technical Sciences, Professor of the Department "Technical operation of technological machines and equipment of nature management" Russian state agrarian University named after K. A.

Timiryazev

Аннотация. В данной статье предложена методика расчета годового режима работы машин позволяет без особых затруднений произвести необходимые расчеты для среднесписочного состава машин подразделенных по группам или видам машин.

Ключевые слова: режим; парк; машина; коэффициент сменности.

Abstract. This article offers a method for calculating the annual operating mode of machines that allows you to make the necessary calculations without much difficulty for the average number of machines divided by groups or types of machines.

Keywords: mode; Park; car; shift coefficient.

Рецензент: Широков Юрий Александрович - доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева

По годовому режиму работы машин распределяют годовое календарное время на рабочее и нерабочее, т.е. когда машина не работает по тем или иным причинам. Годовые режимы разрабатывают на среднесписочную машину по каждой группе или каждому виду машин для определённой продолжительности их рабочего времени в течение года. Число групп машин и их состав устанавливают на основании анализа заданных условий эксплуатации. При этом в одну группу включают машины с одинаковым плановым

коэффициентом сменности, количеством перебазировок, времени перебазировании машин, а так же совпадением действий метеорологических факторов. Разбиваем весь имеющиеся парк машин в хозяйстве на определённые группы:

1 группа: одноковшовые экскаваторы: ЭО-3211, ЭО-3211, ЭО-3211, ЭО-3322, ЭО-3322, ЭО-4121, ЭО-4121, ЭО-4121, ЭО-2621.

2 группа: многоковшовые экскаваторы: ЭТЦ-202А, ЭТЦ-165, ЭТЦ-165, ЭТЦ-162.

3 группа: бульдозеры, кусторезы, трактора: ДЗ-29, ДЗ-29, ДЗ-110ХЛ, ДЗ-110ХЛ, ДЗ-109ХЛ, ДЗ-109ХЛ

4 группу: скреперы, планировщики, грейдеры, : ДЗ-33, ДЗ-20В, ДЗ-77С, ДЗ-77С, Д-719, Д-719, МА-3

5 группа: автокраны, автомобили: ЗИЛ-131, ЗИЛ-130 с пр., КРАЗ, МАЗ-503А.

Годовой режим машины устанавливают в часах времени. Число часов работы машины в году рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{г}} = D_{\text{р}} * t_{\text{см}} * K_{\text{см}}, \text{ ч} \quad (1)$$

где $D_{\text{р}}$ - число рабочих дней машины в году; $t_{\text{см}}$ - продолжительность смены; $K_{\text{см}}$ - коэффициент сменности.

При расчёте $D_{\text{р}}$ учитывают следующие перерывы в работе машин:

- праздничные и выходные дни; - по организационным причинам; - при выполнении периодических ТО и ремонтов; - при перебазировке машин с одного объекта на другой.

Число рабочих дней машины в году устанавливают из уравнения:

$$D_{\text{р}} = d_{\text{г}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{м}} + d_{\text{о}} + d_{\text{р}} + d_{\text{пб}}) \quad (2)$$

При разработке годового режима работы машины $d_{\text{к}}$ принимаем по календарю или на основании скользящих графиков работы машинистов. Перерывы в работе машин $d_{\text{м}}$, связанных с неблагоприятными метеорологическими условиями, определяем на основании сводок районных управлений гидрометеослужб.

Предположим, что неблагоприятные условия совпадают с выходными днями, следовательно, $d_{\text{м}}$ определяют по следующей формуле:

$$d_{\text{м}} = d'_{\text{м}} \cdot (1 - d_{\text{пв}} / d_{\text{г}}) \quad (3)$$

где $d'_{\text{м}}$ - число дней с неблагоприятными метеоусловиями.

Значение $d_{\text{о}}$ определяют на основании рассмотрения фактических данных о перерывах в работе машин за отчётный период. При этом намечают организационно-технические мероприятия, проведения которых позволяет в планируемом году уменьшить число дней с простоями. При расчёте плановых годовых режимов работы машин значение $d_{\text{о}}$

31

равны 1,4...5% от общего числа календарных дней в году или 2,5...7% от числа календарных дней за вычетом выходных и праздничных дней. Время $d_{ПБ}$ затрачиваемое на перебазировку машин определяют на основании рассмотрения фактических данных о числе и продолжительности перебазировок за предыдущий отчётный год:

$$d_{ПБ} = 0,25 \cdot ((n_{ПБ} \cdot t_{ПБ}) / (t_{СМ} \cdot K_{СМ})) \quad (4)$$

где $n_{ПБ}$ - среднесписочное число перебазировок одной машины в год;

$t_{ПБ}$ - средняя продолжительность одной перебазировки.

Время d_P затрачиваемое на ТО и ремонт определяют по формуле:

$$d_P = \frac{[d_K - (d_{ПБ} + d_M + d_O + d_{ПБ})] \cdot t_{СМ} \cdot K_{СМ} \cdot P_{q_{CP}}}{1 + t_{СМ} \cdot K_{СМ} \cdot P_q} \quad (5)$$

где P_q - ремонтный коэффициент.

Ремонтный коэффициент P_q представляет собой число дней приходящихся на ТО и ремонт в один час работы машин. При расчёте годового режима работы машин разных марок выявляют средневзвешенное значение ремонтного коэффициента $P_{q_{CP}}$ по формуле:

$$P_{q_{CP}} = \frac{P_q^1 \cdot A + P_q^2 \cdot B + \dots + P_q^N \cdot N}{A + B + \dots + N} \quad (6)$$

где $P_q, P_q^2, \dots, P_q^N$ - значение ремонтных коэффициентов по отдельным маркам машин входящие в эту группу. $A, B, \dots, N$ - число машин отдельных марок.

Расчёт для одноковшовых экскаваторов. Климатические условия (перерывы d_M) указана в таблице 1. Определим число календарных дней и праздничных и выходных в первом квартале, соответственно получим: $d_K = 90$; $d_{ПБ} = 32$ дней.

Определим перерывы d_M :

$$d_M = d'_M \cdot \left(1 - \frac{32}{90}\right) = 2,6 \text{ дней.}$$

Таблица 1

Климатические условия.

Климатические условия	Квартал				Всего за год
	1	2	3	4	
Ветер	2,5	1,5	0,5	3	7,5
Дождь	0,4	2	2,8	1,3	6,5
Промерзание грунта	75	-	-	46	121
Температура ниже -30°C	1	-	-	0,6	1,6

Определим перерывы d_o : $d_o = 0,03 * (90 - 32) = 1,7$ дней

Определим перерывы $d_{пб}$: $d_{пб} = 0,25 * \frac{19 * 12}{8 * 1,4} = 5,08$ дня

Найдем значение P_q : $P_q = \frac{0,0162 * 1 + 0,0204 * 6 + 0,0137 * 1}{1 + 6 + 1} = 0,0191$

Определим перерывы d_p : $d_p = \frac{[90 - (32 + 2,6 + 1,7 + 7,3)] * 8 * 1,15 * 0,0191}{1 + 8 * 1,15 * 0,0191} = 6,9$ дней

Найдем число дней машины работы в 1 квартале:

$$D_p = 90 - (32 + 2,6 + 1,7 + 5,08 + 6,9) = 40 \text{ дней}$$

Квартальный режим работы машины T_r составит: $T_r = 40 * 8 * 1,15 = 368$ маш. час

$$\text{При } K_b = 0,8 \quad T_r = 294,4 \text{ мото. час}$$

Остальные машины определяем аналогичным способом. Результаты заносим в таблицу 2.

Структура ремонтного цикла. У всех строительных машин периодичность и количество ТО и ремонтов определена:

- Текущий ремонт: $\Pi_T = 960$ ч.;
- Плановое техническое обслуживание ТО-2: $\Pi_{ТО-2} = 240$ ч.;
- Плановое техническое обслуживание ТО-1: $\Pi_{ТО-1} = 60$ ч.;

Исключение составляют только автокраны. Пример расчета: 1. ЭО-4121:

$$N_T = \frac{M_K}{\Pi_T} - N_T = \frac{7680}{960} - 1 = 7; \quad N_{ТО-2} = \frac{M_K}{\Pi_{ТО-2}} - (N_K + N_T) = \frac{7680}{240} - (7 + 1) = 24;$$

$$N_{ТО-1} = \frac{M_K}{\Pi_{ТО-1}} - (N_K + N_T + N_{ТО-2}) = \frac{768}{60} - (7 + 1 + 24) = 104.$$

$$2. \text{ Т-130: } N_T = \frac{M_K}{\Pi_T} - N_T = \frac{5760}{960} - 1 = 5; \quad N_{ТО-2} = \frac{M_K}{\Pi_{ТО-2}} - (N_K + N_T) = \frac{5760}{240} - (5 + 1) = 18;$$

$$N_{ТО-1} = \frac{M_K}{\Pi_{ТО-1}} - (N_K + N_T + N_{ТО-2}) = \frac{5760}{60} - (5 + 1 + 18) = 72.$$

Таблица 2

Марка машины	Число календарных дней	Число нерабочих дней					Число дней работы	Число часов работы	Кол-во машиночасов
		дпв	дм	до	дп	дпб			
Одноковшовые экскаваторы	90	32	0,5	1,71	6,9	5,08	47,40	530,85	424,68
	91	29	0,62	1,92	3,28	4,73	51,27	574,25	459,40
	92	27	0,8	1,95	3,25	4,73	50,27	563,05	450,44
	92	26	0,5	1,95	3,39	4,73	54,80	438,38	350,71
	365	114	2,42	7,53	13,09	18,90	203,74	2107	1685,23
Многоковшовые экскаваторы	90	32	26,4	1,74	2,00	4,39	не работает	0,00	
	91	29	0,62	1,86	1,69	4,39	50,06	520,62	416,50
	92	27	0,8	1,95	1,83	4,39	54,34	565,10	452,08
	92	26	13,25	1,98	0,94	4,39	25,70	277,53	222,02
	365	114	2,42	7,5	40,71	20,08	178,28	1925,41	1540,33
Бульдозеры, трактора, кусторезы	90	32	0,5	1,74	9,69	5,02	40,52	437,56	350,05
	91	29	0,62	1,86	10,27	5,02	43,76	472,60	378,08
	92	27	0,8	1,95	10,70	5,02	46,20	498,92	399,13
	92	26	0,5	1,98	10,04	5,02	47,81	516,33	413,06
	365	114	2,42	7,5	40,71	20,08	178,28	1925,41	1540,33
Скреперы, планировщики, грейдеры.	90	32	26,4	1,74	1,93	3,52	не работает	0,00	
	91	29	0,62	1,86	24,23	3,51	23,40	233,95	187,16
	92	27	0,8	1,95	27,12	3,51	27,62	276,16	220,93
	92	26	13,25	1,98	7,32	3,51	не работает	0,00	
	365	114	41,07	7,5	60,61	14,05	51,01	510,11	408,09
Автокраны и автомобили	90	32	1,36	1,74	5,70	0	49,53	396,23	316,98
	91	29	1,08	1,86	6,10	0	52,95	423,60	338,88
	92	27	0,95	1,95	6,20	0	55,72	445,76	356,61
	92	26	1,37	1,98	6,20	0	56,67	453,38	362,70
	365	114	4,7	7,5	24,20	0	214,87	1718,96	1375,17

3. КС-2561:
$$N_T = \frac{M_K}{\Pi_T} - N_T = \frac{5000}{1000} - 1 = 4;$$

$$N_{TO-2} = \frac{M_K}{\Pi_{TO-2}} - (N_K + N_T) = \frac{5000}{250} - (4 + 1) = 15;$$

$$N_{TO-1} = \frac{M_K}{\Pi_{TO-1}} - (N_K + N_T + N_{TO-2}) = \frac{5000}{50} - (4 + 1 + 15) = 80$$

Корректировка нормативов периодичности ТО и ремонта и трудоемкости ТО и ремонта автомобилей. При работе подвижного состава в условиях, отличающихся от указанных, нормативы корректируются с учетом конкретных условий эксплуатации. Используются коэффициенты:

34

K_1 -зависимость от условий эксплуатации; K_2 -модификация подвижного состава и организация его работы; K_3 -природно-климатические условия; K_4 -пробег от начала эксплуатации; K_5 -размеры автотранспортного предприятия и количества технологически совместимых групп подвижного состава.

Результаты коэффициент корректирования нормативов получают перемножением отдельных коэффициентов: $K_1 \cdot K_3$ – периодичность ТО;

$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ – пробег до капитального ремонта; $K_2 \cdot K_5$ – трудоемкость ТО;

$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$ – трудоемкость ТР.

Значение коэффициентов для конкретных марок машин Маз-503А, ЗИЛ-131, КРАЗ, ЗИЛ-131 с прицепом, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Структура межремонтного цикла автомобилей

Марка автомобиля	Базовый показатель		Корректировочные коэффициенты					Скорректированный показатель	
			K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅		
Периодичность ТО									
								Скорректированная периодичность	
	ТО-1	ТО-2							
Маз-503А	3000	12000	0,7		0,9			1890	7560
ЗИЛ-131	3000	12000	0,7		0,9			1890	7560
Краз	3000	12000	0,7		0,9			1890	7560
Зил-130 с прицепом	3000	12000	0,7		0,9			1890	7560
	Наработка до КР							Скорректированная наработка	
Маз-503А	30000		0,6	0,9	0,9			42000	
ЗИЛ-131	170000							77300	
Краз	150000		0,6	0,85	0,9			72900	
Зил-130 с прицепом	87000		0,6	0,9	0,9			77760	
Трудоемкость ТО									
	Трудоемкость ТО							Скорректированная трудоемкость	
	ТО-1	ТО-2							
Маз-503А	3	12		1,15			1,3	4,485	17,94
Зил-131	2,8	11		1,15			1,3	4,213	16,889
Краз	2,7	10,8		1,15			1,3	4,0365	16,146
Зил-130 с прицепом	4,2	19,6		1,15			1,3	6,279	29,302
Трудоемкость ТР									
	Трудоемкость ТР							Скорректирован ная трудоемкость	
Маз-503А	4,8		1,4	1,15	1,1	0,7	1,3	7,74	
ЗИЛ-131	4,3		1,4	1,15	1,1	0,7	1,3	6,84	
Краз	4		1,4	1,15	1,1	0,7	1,3	6,45	

Зил-130 с прицепом	6,7	1,4	1,15	1,1	1,3	1,3	20,05
--------------------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------

Годовой план ТО и ремонта машин выявляют число ТО и ремонтов по каждой машине, находящейся на балансе соответствующей организации. Для разработки годового плана используют данные о фактической наработке на начало планируемого периода со времени проведения соответствующего вида ТО и ремонта, а также планируемую наработку машин на год в моточасах и показатели периодичности ТО и ремонтов.

Число ТО и ремонтов каждого вида $N_{ТО.Р.}$ которые должны быть приведены в планируемом году для соответствующих машин, определяется по формуле:

$$N_{ТО.Р.} = \frac{(t_{\phi} + t_{\pi})}{\Pi} - N_{\pi} \quad (7)$$

где t_{ϕ} - фактическая наработка машин на начало планируемого года со времени проведения последнего, аналогичного ремонтному виду ТО, ремонта или начало эксплуатации, моточас; t_{π} - планируемая наработка на расчетный год, моточас; Π - периодичность выполнения соответствующего вида ТО или ремонта, по которому ведется расчет.

В первую очередь определяем число капитальных ремонтов, затем ТР, затем плановых ТО-2 и ТО-1. Числовые значения $N_{ТО.Р}$ всегда округляют до целого числа в сторону уменьшения не зависимо от дробной части. Значение t_{ϕ} на начало планируемого периода со дня проведения соответствующего ТО и ремонта определяют как остаток, полученный от деления наработок с начала эксплуатации на периодичность того вида ТО или ремонта по которому ведется расчет. Значение t_{π} определяются годовым режимом работы машины с учетом коэффициента использования сменного времени т.е.

$$t_{\pi} = T_{ч} \cdot K_{в.} \quad (8)$$

Месяц года, в котором должен проводиться КР и ТР определяется по формуле:

$$M_{\pi} = \frac{12 * (\Pi - t_{\phi})}{t_{\pi}} + 1 \quad (9)$$

где M_{π} - порядковый номер месяца, в котором должен проводится КР и ТР; Π - периодичность КР и ТР, моточас; t_{ϕ} - фактическая наработка машин от предыдущего КР и ТР или начало эксплуатации до начала планируемого года, м.ч.

При расчете порядкового месяца для проведения ТР периодичность его увеличивают. Числовые значения всегда округляют до целого числа в сторону увеличения вне

зависимости от дробной части. Организация технического обслуживания и ремонта машин производится по отдельным расчетам и здесь в статье не приводятся.

Расчет потребного количества передвижных звеньев. Число потребного количества передвижных средств по ТО и Р машин определяется по формуле:

$$N_{ЗВ} = \frac{T_{АТО}}{(P_1 \cdot \delta + P_2) \cdot \Phi_{ДР} \cdot c}, \text{ шт} \quad (10)$$

где P_1 - число постоянных людей в звене, 2 человека; P_2 - число машинистов, 1 человек; δ - коэффициент, учитывающий потери времени, $\delta = 0,5...0,6$; $\Phi_{ДР}$ - действительный фонд рабочего времени, $\Phi_{ДР} = 1850$; c - коэффициент, учитывающий несвоевременное постановки машин на ТО и выполнение работ, не входящих в ТО, $c = 0,8$.

$$N_{ЗВ} = \frac{9859}{(2 \cdot 0,55 + 1) \cdot 1850 \cdot 0,8} = 2,6 \quad . \quad \text{Принимаем 3 звена.}$$

Расчет объемов работ РМ по отделениям. Формы организации работ в ремонтной мастерской (РМ) зависят от объема выполненных работ. Объем работ РМ складывается из трудоёмкостей проведения периодических обслуживаний, текущих ремонтов и разных работ, т. е:

$$Q_{РМ} = T_{ТО-1} + T_{ТО-2} + T_{ТО-3} + T_T + T_P \quad (11)$$

Виды работ, выполняемые в РМ, определяются схемой проведения ТО и ремонтов, принятой в организации, а трудоёмкость - трудозатраты на отдельные виды ТО и ремонтов, а так же их количеством.

Расчет штатного расписания РМ. Число людей P_C в специализированном звене определяют по формуле:

$$P_C = \frac{T_G}{\Phi_{ДР} \cdot K_{ПН}} \quad (12)$$

где T_G - годовая трудоёмкость работ, ч; $\Phi_{ДР}$ - действующий фонд рабочего времени; $K_{ПН}$ - коэффициент, учитывающий перевыполнение норм,

$K_{ПН} = 1,15-1,2$; принимаем $K_{ПН} = 1,2$

$$P_C = \frac{39459}{1850 \cdot 1,2} = 25.495 \quad . \quad \text{Принимаем } P_C = 25 \text{ человека}$$

Таблица 5

По штатному расписанию в РМ

Специальность	Разряд рабочих	Число рабочих
Разборочно-сборочное отделение		
Слесарь по ремонту машин	5	2
	4	2
	3	3
Станочное отделение		
Токарь	6	2
Фрезеровщик	4	2
Сварочное отделение		
Сварщик	4	2
Кузнечное отделение		
Кузнец	4	1
Столярно-малярное отделение		
Столяр-маляр	4	1
Электротехническое отделение		
Электрик	5	1
Непроизводственные рабочие		
ИТР		1
СКМ, МОП		4
Всего:		22

Расчет потребное количество технологического оборудования.

а) Разборочно-сборочное отделение:

Количество единиц станочного отделения:

$$N_{CT} = \frac{T_{P.СТ.}}{\Phi_{СТ.} \cdot K_{СТ.}} \quad (13)$$

где $T_{P.СТ.}$ - объём станочных работ, ч; $\Phi_{СТ.}$ - фонд времени станка;
 $K_{СТ.}$ - коэффициент использования станка, $K_{СТ.} = 0,85-0,95$.

$$\Phi_{СТ.} = (d_K - d_{ПВ}) \cdot t_{CM} \cdot K_{CM} \cdot K_O \quad (14)$$

где K_O – коэффициент простоя оборудования на ТО и ремонте; $K_O = 0,92-0,96$,

$$\text{Принимаю } K_O = 0,94. \quad \Phi_{СТ.} = (365-114) \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 0,94 = 2265$$

$$N_{CT} = \frac{19805,4}{1930 \cdot 0,9} = 6,9. \quad \text{Принимаем } N_{СТ.} = 7 \text{ станков}$$

Б) Станочное отделение:

$$N_{CT} = \frac{T_{CT}}{\Phi_{CT} \cdot K_{CT}} \quad (15)$$

$$N_{CT} = \frac{4956,2}{1930 \cdot 0,85} = 3,25. \quad \text{Принимаем } N_{СТ.} = 4 \text{ станка}$$

в) Сварочное отделение:

$$П_{CB} = \frac{T_{CB} \cdot C_{CB}}{\Phi_{HP} \cdot K_{CM} \cdot K_{CB}} \quad (16)$$

где T_{CB} - трудоёмкость сварочных работ, ч; K_{CB} - коэффициент использования сварочного поста, $K_{CB} = 0,8$; C_{CB} - коэффициент, учитывающий распределение между отдельными видами сварочных работ, для ручной электродуговой сварки, $C_{CB} = 0,5-0,6$.
 $\Phi_{HP} = (d_K - d_{ПВ}) \cdot t_{CM} = (365 - 114) \cdot 8 = 2008$;

$$П_{CB} = \frac{4956,2 \cdot 0,6}{2008 \cdot 0,8 \cdot 1} = 1,4. \quad \text{Принимаем } П_{CB} = 2 \text{ поста}$$

г) Кузнечное отделение:

$$П_K = \frac{T_K \cdot C_K}{\Phi_{HP} \cdot K_{CM} \cdot K_K} \quad (17)$$

где T_K - трудоёмкость кузнечных работ, ч; K_K - коэффициент использования кузнечного оборудования для ручнойковки, $K_K = 0,5-0,6$; C_K - коэффициент, учитывающий распределение между отдельными видами кузнечных работ, $C_K = 0,5-0,7$.

$$П_K = \frac{4625,2 \cdot 0,6}{2009 \cdot 1 \cdot 0,5} = 2,7. \quad \text{Принимаем 3 поста}$$

Расчет площадей РМ по отделениям:

а) Разборочно-сборочное отделение:

$$F_{P.C.} = П_{P.C.} \cdot F_P, \text{ м}^2 \quad (18)$$

где $П_{P.C.}$ - число производственных рабочих отделения; F_P - удельная площадь, отнесенная к одному рабочему, м^2 .

$$F_{P.C.} = 17 \cdot 25 = 425 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_{P.C.} = 420 \text{ м}^2$$

б) Станочное отделение:

$$F_C = П_C \cdot P_C, \text{ м}^2 \quad (19)$$

$$F_C = 4 \cdot 8 + 3 \cdot 12 = 68 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_C = 72 \text{ м}^2$$

в) Сварочное отделение:

$$F_{CB} = П_{CB} \cdot P_{CB}, \text{ м}^2 \quad (20)$$

$$F_{CB} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_{CB} = 30 \text{ м}^2$$

г) Кузнечное отделение:

$$F_K = П_K \cdot P_K, \text{ м}^2 \quad (21)$$

$$F_K = 1 \cdot 15 = 15 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_K = 18 \text{ м}^2$$

д) Столярно-малярное отделение:

$$F_{CM.} = \Pi_{CM.} \cdot P_{CM.} \text{ м}^2 \quad (22)$$

$$F_{CM.} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_{CM.} = 30 \text{ м}^2$$

е) *Электротехническое отделение:* $F_{Эл.} = \Pi_{Эл.} \cdot P_{Эл.} \text{ м}^2$ (23)

$$F_{Эл.} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_{Эл.} = 18 \text{ м}^2$$

Суммарная производственная площадь РМ равна:

$$\sum F_{PP.} = F_{P.C.} + F_{C.} + F_{CB.} + F_{K.} + F_{CM.} + F_{Эл.} \quad (24)$$

$$\sum F_{PP.} = 425 + 68 + 30 + 30 + 36 + 12 = 588 \text{ м}^2$$

Складские помещения:

$$F_{CK.} = 0,12 \cdot \sum F_{PP.} \quad (25)$$

$$F_{CK.} = 0,12 \cdot 588 = 70,5 \text{ м}^2$$

Административно-бытовые помещения:

- административные помещения;

$$F_{АД.} = \Pi_{АД.} \cdot P_{АД.} \text{ м}^2 \quad (26)$$

$$F_{АД.} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2$$

- раздевалка на 25 человек;

$$F_{P.} = 0,7 \cdot P_{ОБЩ.} \text{ м}^2 \quad (27)$$

$$F_{P.} = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ м}^2$$

- умывальников, из расчета 1 кран на 10 человек, принимаю 3 крана

$$F_{УМ.} = 0,5 \cdot P_{УМ.} \text{ м}^2 \quad (28)$$

$$F_{УМ.} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ м}^2$$

- Душевые, из расчета 1 душ на 5 человек, принимаю 5 душа

$$F_{ДУШ} = 2,25 \cdot P_{ДУШ} \text{ м}^2 \quad (29)$$

$$F_{ДУШ} = 2,25 \cdot 5,4 = 9 \text{ м}^2$$

- Санузел, из условия 1 унитаза на 15 человек, принимаю 2 унитаза

$$F_{УЗ} = 1,5 \cdot P_{УЗ} \text{ м}^2 \quad (30)$$

$$F_{УЗ} = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м}^2$$

- Суммарная площадь административно-бытовых помещений равна:

$$\sum F_{АД-Б} = F_{АД.} + F_{P.} + F_{УМ.} + F_{ДУШ} + F_{УЗ} \quad (31)$$

$$\sum F_{АД-Б} = 25 + 14 + 1 + 12 + 3 = 54 \text{ м}^2$$

- Суммарная площадь РМ:

$$F_{\text{црм}} = \sum F_{\text{пр.}} + F_{\text{ск.}} + \sum F_{\text{ад-б}} \quad (32)$$
$$F_{\text{црм}} = 600 + 72 + 54 = 726 \text{ м}^2. \quad \text{Принимаем } F_{\text{рм}} = 730 \text{ м}^2$$

Вывод.

Подбор и расчеты необходимого количества оборудования при расчетах площадей является важным составляющим всех расчетов. Данная методика расчета годового режима работы машин позволяет без особых затруднений произвести необходимые расчеты для среднесписочного состава машин подразделенных по группам или видам машин. Это позволяет правильно спланировать расходы предприятия и более равномерно распределить их на протяжении года.

Conclusion.

The selection and calculation of the required amount of equipment for area calculations is an important component of all calculations. This method of calculating the annual mode of operation of machines allows you to easily make the necessary calculations for the average composition of machines divided into groups or types of machines. This allows you to plan your company's expenses correctly and distribute them more evenly over the course of the year.

Библиографический список

1. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
2. Тойгамбаев С.К., Голиницкий П.В. Размерный анализ подшипников скольжения при обжатии. / Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина". 2013. № 2 (58). с.38-40.
3. Тойгамбаев С.К. Математическое моделирование оптимизации парка машин и повышения надежности эксплуатации./ Аспирант и соискатель. –М.: 2015. № 5 (89). с. 102-106.
4. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. –М.: 2011 с. 187.
5. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издат. «Компания Спутник +».–М.: 2006. с.167.

УДК 621.797:631.3.02.004.

Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Расчет мотороремонтного участка для автохозяйств

Calculation of a motor repair site for vehicle fleets

Тойгамбаев С.К.

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

Апатенко А.С.,

д.т.н., профессор технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

Toigonbaev S. K.

PhD, Professor, Department of technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering, doctor of Russian state agrarian University – MTAA named after K. A.

Timiryazev

Apatenko A. S.,

doctor of technical Sciences, Professor of technical operation of technological machines and equipment of nature management, fgbou VO RGAU – MSHA named after K. A. Timiryazev

Аннотация. Проведены расчеты по определению оптимальных параметров площадей для ремонта двигателей, с учетом удобства мойки, монтажа и демонтажа и последующего испытания двигателей после ремонтных работ. Произведен расчет количества персонала мотороремонтного участка.

Ключевые слова: двигатель; площадь; участок; ремонт.

Abstract. Calculations were carried out to determine the optimal parameters of the areas for engine repair, taking into account the convenience of washing, mounting and dismantling and subsequent testing of engines after repair work. The calculation of the number of personnel of the engine repair section was made.

Keywords: engine; area; plot; repairs.

Рецензент: Широков Юрий Александрович - доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева

Моторный участок предназначен для протирки и шлифовки клапанов, замены поршневых пальцев, поршней, поршневых колец, замены вкладышей шатунных и коренных подшипников на вкладыши эксплуатационных размеров, замены прокладки головки блока, устранение трещин и пробоев (в сварочном или агрегатном отделении). Моторный участок неразрывно связан с зоной ТР, т.к. двигатель снимается в этой зоне и поступает на участок мойки.

После мойки двигатель поступает на промежуточный склад. По мере освобождения рабочих мест в моторном участке двигателя из промежуточного склада поступают в комплекс моторного участка. При ремонте двигателей изношенные детали заменяют на новые из основного склада. После ремонта двигатель испытывают на компрессию и давление в ОТК. Затем двигатель поступает на промежуточный склад и по указанию диспетчера он отправляется

в комплекс ТР, где устанавливается на автомобиль.

Основные виды дефектов и их характеристика. Ошибки конструирования, нарушения технологического процесса производства, технического обслуживания и ремонта двигателей, а также эксплуатация приводят к возникновению дефектов. *Дефектам* называют каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. Дефекты деталей по месту расположения можно подразделить на локальные (трещины, риски и т.д.), дефекты во всем объеме или по всей поверхности (несоответствие химического состава, качества механической обработки и т.д.), дефекты в ограниченных зонах объема или поверхности детали (зоны неполной закалки, коррозионного поражения, местный наклеп и т.д.). Данное местонахождение дефекта может быть внутренним (глубинным) и наружным (поверхностным и под поверхностным). По возможности исправления дефекты классифицируют на устраняемые и не устраняемые. Устраняемый дефект технически возможно и экономически целесообразно исправить. В противном случае это не устраняемый дефект. По отражению в нормативной документации дефекты делят на скрытые и явные.

Скрытый дефект - дефект, для выявления которого в нормативной документации не предусмотрены необходимые правила, методы и средства контроля. В противном случае это явный дефект.

По причинам возникновения дефекты подразделяют на конструктивные, производственные, эксплуатационные. *Конструктивные дефекты* - это несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции. Причины таких дефектов - ошибочный выбор материала изделия, неверное определение размеров деталей, режима термической обработки. Эти дефекты является следствием несовершенства конструкции и ошибок конструирования. *Производственные дефекты* - несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление, ремонт или поставку продукции. *Эксплуатационные дефекты* - это дефекты, которые возникают в результате изнашивания, усталости, коррозии деталей, а также неправильной эксплантации. Для

оценки технического состояния деталей с последующей их сортировкой на группы годности в ремонтном производстве имеется, в отличие от остальных машиностроительных производств, технологический процесс, который носит название дефекации. В ходе этого процесса осуществляется проверка соответствия деталей техническим требованиям, которые изложены в технических условиях на ремонт или в руководствах по ремонту, при этом используется сплошной контролем т.е. контроль каждой детали. Кроме того, дефекация деталей - это также инструментальный и многостадийный контроль. Для последовательного исключения невосстанавливаемых деталей из общей массы используют следующие стадии выявления деталей; с явными неустраняемыми дефектами - визуальный контроль; со скрытыми неустраняемыми дефектами - неразрушающий контроль; с неустраняемыми геометрическими параметрами - измерительный контроль. В процессе дефекации деталей применяются следующие методы контроля: органолептический осмотр (внешнее состояние детали, наличие деформаций, трещин, задиров, сколов и т.д.) и т.д. инструментальный осмотр при помощи приспособлений и приборов (выявление скрытых дефектов деталей при помощи средств неразрушающего контроля);

- бесшкальных мер (калибры и уровни) и микрометрический инструмент (линейки и штангельциркули).

В результате контроля детали должны быть подразделены на три группы: годные детали, характер и износ которых находятся в пределах, допускаемых техническими условиями (детали этой группы используются без ремонта); детали, подлежащие восстановлению, - дефекты этих деталей могут быть устранены основными на ремонтном предприятии способами ремонта; не годные детали.

Испытание двигателей. После сборки двигатель направляют на проработку и испытания.

Под испытанием понимают экспериментальное определение количественных и или собственных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия «в него при его функционировании. При испытаниях характеристики свойств объекта могут либо оцениваться, если задачей испытаний является получение количественных или качественных оценок, либо контролироваться, если задачей испытаний является только установление соответствия характеристик объекта заданным требованиям.

К основным задачам решаемым в процессе приработки и испытаний следует отнести подготовку агрегата к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявление возможных дефектов связанных с качеством восстановления деталей и сборки агрегатов, а также проверку характеристик агрегатов в соответствии с требованиями

технических условий или другой нормативной документации. *Под приработкой* понимается мероприятий, направленных на изменение состояния сопряженных поверхностей трения с целью повышения их износостойкости. В процессе приработки изменяются микрогеометрия и микротвердость поверхностей трения, сглаживаются отклонения от правильно геометрической формы. Установлено, что в первый период приработки происходит интенсивное выравнивание шероховатости, объясняющее изнашивание и резкое падение потерь на трение. Процесс снятия микронеровностей обычно продолжается десятки минут, а макрогеометрическая приработка заканчивается 30-40 часов. По результатам испытаний составляется протокол испытаний, который содержит необходимые сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, а также заключение по результатам испытаний.

Расчет режима работы и фонда времени моторремонтного участка. Режим работы участка характеризуется количеством смен, рабочих дней и их продолжительностью в часах, а так же равномерностью их загрузки в течение года. Под фондом времени понимается затрачиваемое время в течение планируемого периода одним рабочим на работу или время в течение, которого может использоваться единица оборудования (рабочего места, отделения, участка) за тот же период.

Фонд времени работы участка характеризуется планируемым или плановым числом работы рабочего места, оборудования, отделения, цеха в течении определенного календарного периода.

$$\Phi_{омд} = (d_k - d_e - d_n) \cdot t \cdot n, \quad (1)$$

где d_e , d_a , d_i – соответственно число календарных, выходных и праздничных дней на планируемый период; t – продолжительность смены при двух выходных в неделю, $t = 8 \div$; n – количество смен, $n = 1$.

$$\Phi_{омд} = (365 - 103 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2016 \text{ ч}.$$

Фонд времени рабочего подразделяется на номинальный и действительный. Номинальный фонд времени – это фонд времени, рассчитанный с учетом всего календарного времени работы в год, не учитывая дни отпуска, потери времени по болезни и другими причинами.

По данному фонду времени рассчитывается явочное количество рабочих.

Действительный фонд рабочего времени рабочего:

$$\Phi_{др} = (\Phi_{омд} - d_o) \cdot K_p, \quad (2)$$

где d_i - продолжительность отпуска рабочего, $d_o = 30 \text{ дн.}$ K_p - коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам, $K_p = 0,97 \dots 0,98$.

$$\Phi_{op} = (2016 - 30) \cdot 0,97 = 1926 \text{ ч.}$$

Фонд времени оборудования. Аналогично фонд времени оборудования различают на номинальный и действительный.

Номинальный фонд времени оборудования рассчитывается по формуле:

$$\Phi_o = (d_k - d_s - d_n) \cdot t \cdot n, \quad (3)$$

$$\Phi_o = (365 - 103 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2016 \text{ ч}$$

Действительный фонд определяется по формуле:

$$\Phi_{d.o.} = \Phi_o \cdot K_o, \quad (4)$$

где $K_o = 0,92 \dots 0,96$ – коэффициент использования оборудования, учитывающий его простои (ремонт и др.). Так как на автобазе достаточно изношенное оборудование, то принимаем $K_o = 0,92$.

$$\Phi_{d.o.} = 2016 \cdot 0,92 = 1855 \text{ ч.}$$

Полученные режимы работы заносим в таблицу 1.

Таблица 1

Годовой фонд времени

Фонд времени		
Рабочего места	Рабочего	Оборудования
2016 ч	1926 ч	1855 ч

Расчет годовой программы ремонта.

Таблица 2

Время, затрачиваемое на выполнение операций

Операции	Время, затрачиваемое на выполнение операции
Полная разборка и дефектовка двигателя	12ч
Замена ЦПГ (вкладыши, кольца, втулки распредвала) и подготовка рабочих поверхностей	26ч
Замена масляного насоса	2ч
Итого	40ч

В расчете чистого рабочего времени, учитывая, что оно составляет при 8-ми часовой смене 70% времени, т.е. чистое рабочее время в смену составит:

$$B_{\text{чист}} = 8 \cdot 0,7 = 5,6 \text{ч} \approx 5 \text{ч } 36 \text{мин.}$$

Исходя из полученных значений затраченного времени, следует, что за один рабочий день можно выполнить:

$$K = \frac{B_{\text{чист}}}{B_{\text{опер}}\text{л}} = \frac{336}{2400} = 0,14 \quad (5)$$

Определяем производственную мощность участка в месяц:

$$K_{\text{мес}} = K \cdot \text{Ч}_{\text{раб.дн}}, \quad (6)$$

где $\text{Ч}_{\text{раб.дн}}$ – число рабочих дней в месяце, $\text{Ч}_{\text{раб.дн}} = 22,4 \text{дн.}$

$$K_{\text{мес}} = 0,14 \cdot 22,4 = 3,14 \frac{\text{рем}}{\text{мес}}.$$

Определяем производственную мощность участка в год:

$$K_{\text{год}} = 3,14 \cdot 12 = 37,68 \frac{\text{рем}}{\text{год}}.$$

Принимаем производственную мощность участка, равной $37 \frac{\text{рем}}{\text{год}}.$

Такт ремонта. Под тактом ремонта понимается период времени, в течение которого выпускается из ремонта очередной отремонтированный объект. Для специализированных ремонтных мастерских и сервисных организаций величина такта определяется по каждому объекту по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{др}}}{N}, \quad (7)$$

где $\Phi_{\text{др}}$ – действительный расчетный годовой фонд времени ремонтного участка; N – годовая программа ремонта данного объекта.

$$\tau = \frac{2016}{37} = 54,5 \text{ч.}$$

Обоснование и расчет трудоемкости ремонтных работ. Определяем общую трудоемкость капитального ремонта двигателя

$$T_{\text{дв}} = \frac{P_{\kappa}}{1000} \cdot g \cdot m, \quad (8)$$

где P_k –корректированный ресурс работы двигателя до капитального ремонта, км; g –удельная трудоемкость капитального ремонта двигателя на 1000 км, $g = 9,6 \text{ чел} \cdot \text{дн} = 0,4 \text{ чел} \cdot \text{ч}$; m – доля трудоемкости, отнесенная к трудоемкости капитального ремонта только двигателя, $m = 0,382$.

$$T_{\text{де}} = \frac{240000}{1000} \cdot 0,4 \cdot 0,382 = 36,7 \text{ чел} \cdot \text{ч}.$$

Расчет персонала участка. Общая численность рабочих цеха по ремонту двигателей подразделяется на следующие основные категории:

- производственные рабочие, - инженерно-технические и руководящие работники (ИТР), - младший обслуживающий персонал (МОП);

а) расчет производственных рабочих.

Так как время необходимое на проведение капитального ремонта одного двигателя равно 54,5 часам, то при односменной работе с восьми часовым рабочим днем, количество производственных рабочих составит:

$$P_{np} = \frac{\tau}{n \cdot t}, \quad (9)$$

где n – количество смен, $n = 1$; t – часовая работа в день, ч.

$$P_{np} = \frac{54,5}{1 \cdot 8} = 6,8 \approx 7 \text{ чел}.$$

Каждое рабочее место должно быть загружено на такт производства. Допускается недогрузка 5%, перегрузка – 10-15 %.

б) расчет ИТР.

$$P_{II} = \frac{P_{np} \cdot R_{II}}{100}, \quad (10)$$

где R_{II} –процент количества инженерно-технических и руководящих работников, $R_{II} = 10...12\%$.

$$P_{II} = \frac{7 \cdot 12}{100} = 0,84 \approx 1 \text{ чел}.$$

в) расчет количества МОП:

$$P_m = \frac{P_{np} \cdot R_m}{100}, \quad (11)$$

где R_m - процент количества МОП от количества производственных рабочих, $R_m = 2...5\%$.

$$P_{\text{м}} = \frac{7 \cdot 5}{100} = 0,35 \approx 1 \text{ чел.}$$

Тогда общая численность персонала мотороремонтного участка составит:

$$P_o = P_{\text{пр}} + P_{\text{и}} + P_{\text{м}}; \quad (10)$$

$$P_o = 7 + 1 + 1 = 9 \text{ чел.}$$

Распределение производственных рабочих по отделениям. Распределение производственных рабочих по отделениям производится исходя из трудоемкости выполняемых работ в каждом отделении. Для ремонта 37 двигателей необходимо 1358 чел-ч. Годовой фонд времени рабочего $\Phi_{\text{оп}} = 1926 \text{ ч}$. Таким образом, за год перечисленными видами работ справится *1 рабочий*. Проведя расчеты для других отделений, были получены следующие результаты: - разборочно-сборочное отделение – 2 человека; - отделение мойки узлов и деталей, отделение дефектовки узлов и деталей и отделение комплектовки годных деталей, отделение доукомплектовки запчастей двигателя – 2 человека; - слесарно-механическое отделение – 2 человека; - испытательно-регулировочное отделение – 1 человек.

С целью рациональной работы мотороремонтного участка необходимо стремиться к тому, чтобы: - каждый рабочий имел одинаковую нагрузку по ремонту двигателей; - очередная работа начиналась после того, как будет закончена предыдущая, технически ей предшествующая; - работы выполнялись максимально по возможности параллельно; - разряд рабочего соответствовал выполненной им работе.

Определение состава отделений по ремонту двигателей. При проектировании участка по ремонту двигателей необходимо определить состав отделений по ремонту агрегатов двигателей и распределить общую трудоемкость по видам работ. Согласно типовым проектам по ремонту двигателей состав отделений принимаем следующий: - разборочно-сборочное отделение;

- отделение мойки узлов и деталей, отделение дефектовки узлов и деталей и отделение комплектовки годных деталей, отделение доукомплектовки запчастей двигателя; - слесарно-механическое отделение; - испытательно-регулировочное отделение

Ремонт остальных элементов двигателя будут производится на других действующих участках ремонтной мастерской.

Выводы.

Проведенные расчеты по определению оптимальных параметров площадей для ремонта двигателей, позволяет хозяйству проводить четкое планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту машин.

Библиографический список

1. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
2. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. –М.: 2011 с. 187.
3. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издательская «Компания Спутник +». –М.: 2006. с.167.
4. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
7. Казимирчук А.Ф., Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Флотационная очистка электролитов и СОЖ после механической обработки деталей машин./ “Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов”. Часть 2, Материалы Международной научно-практической конференции. –М.: 2008. с. 216-218.

Продовольственная безопасность

УДК 519.237.5

Тиндова М. Г. Анализ регионального животноводства (на примере Саратовской области)

Analysis of regional livestock production (on the example of the saratov region)

Тиндова М. Г.

к.э.н., доцент кафедры прикладной математики и системного анализа
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.
Tindova M.G.

Candidat of Sciences (in Economics), Associate Professor
Department of Applied Mathematics and System Analysis
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Аннотация. Работа посвящена изучению основных параметров животноводства в Саратовской области на основе анализа временных рядов. В качестве объекта исследования выбраны такие показатели как поголовье крупного рогатого скота, поголовье свиней, поголовье овец и коз (млн.голов); в качестве периода исследования – период с 1995 по 2018 год. В качестве инструмента исследования автор выбрал аппарат исследования временных рядов, сочетающий в себе последовательное применение компонентного и коинтеграционного моделирования. Результатом практического применения проведенного автором анализа являются представленные в работе модели развития животноводства в Саратовской области, основанные на аддитивных тенд-сезонных моделях (для поголовья крупного рогатого скота и свиней), а также ARIMA-моделях для поголовья овец и коз. Кроме того, в работе изучено влияние на поголовье скота таких показателей как расход кормов и валовый сбор зерна, а также построены модели, описывающие данное влияние на основе уравнений регрессии по отклонениям от трендов. В результате построены прогнозы развития животноводства в Саратовской области на ближайшие три года.

Ключевые слова: животноводство; региональная экономика; эконометрический анализ; коинтеграционный анализ

Abstract. The paper is devoted to the study of the main parameters of animal husbandry in the Saratov region based on the analysis of time series. As object of research the author selects variables such as livestock cattle, livestock pigs, sheep and goats (million heads); as the study period the author Vibram the period from 1995 to 2018. As a research tool, the author took the time series research apparatus, which combines the consistent application of component and co-integration modeling. The results of the practical application of the analysis carried out by the author are presented in the paper models of livestock development in the Saratov region, based on additive tend-seasonal models (for cattle and pigs), as well as ARIMA-models for sheep and goats. In addition, the author studies the impact of such indicators as feed consumption and gross grain harvest on livestock. The author builds a model describing this effect on the basis of the regression equations for deviations from the trends. As a result, the author makes forecasts for the development of animal husbandry in the Saratov region for the next three years.

Keywords: animal husbandry; regional economy; econometric analysis; co-integration analysis

Рецензент: Землянухин А.И. - д.ф.-м.н., профессор, Зав. кафедрой прикладной математики и системного анализа Саратовского государственного технического университета

Введение. Агропромышленный сектор РФ является основой продовольственной безопасности страны. Поэтому его динамичное развитие становится одной из основных задач стратегического планирования на всех уровнях власти.

Правительством РФ принимаются разнообразные меры, связанные с поддержкой отечественных производителей мясной и молочной продукции, к которым можно отнести: доктрину продовольственной безопасности страны, контроль качества продукции на всех этапах ее производства, субсидирование привлекаемых финансовых средств, возмещение до 25% инвестиционных затрат, государственная программа развития объемов производства молочного скотоводства и пр.

Кроме того, многие иностранные производители, в условиях санкций по отношению к России и ответного эмбарго, с целью сохранения своих позиций на российском рынке инвестируют в производственные площадки страны, модернизируя их и увеличивая выпуск сельскохозяйственной продукции, что положительно сказывается на развитии отрасли в целом, и стимулирует увеличение объемов производства в ее отдельных секторах.

Однако положение на региональных АПК не является однозначным. Саратовская область является достаточно хорошо развитым аграрным регионом Поволжья, имеющим на своей территории несколько крупных аграрных предприятий и холдингов, занимающихся выращиванием мясной продукции. Цель статьи заключается в исследовании динамики изменения размеров поголовья скота региона, а также в построении моделей, описывающих процесс этих изменений.

В качестве объекта исследования рассмотрим y_1 – поголовье крупного рогатого скота в Саратовской области за период с 1995 по 2018 год, млн.голов; y_2 – поголовье свиней, млн.голов; y_3 – поголовье овец и коз, млн.голов (рисунок 1), а также x_1 – валовый сбор зерна, млн.тонн и x_2 – расход кормов, ц\1 голову крупного рогатого скота, на территории Саратовской области за тот же промежуток времени [1].

Первоначальный анализ показателя y_i , основанный на сравнении уровней временного ряда, показывает, что в целом за указанный временной интервал наблюдается сокращение поголовья всех видов скота в Саратовской области: крупного рогатого в 2,26 раза или на 55,8%; свиней – в 1,57 раза или на 36,4%; овец и коз – в 1,7 раза (41,2%).

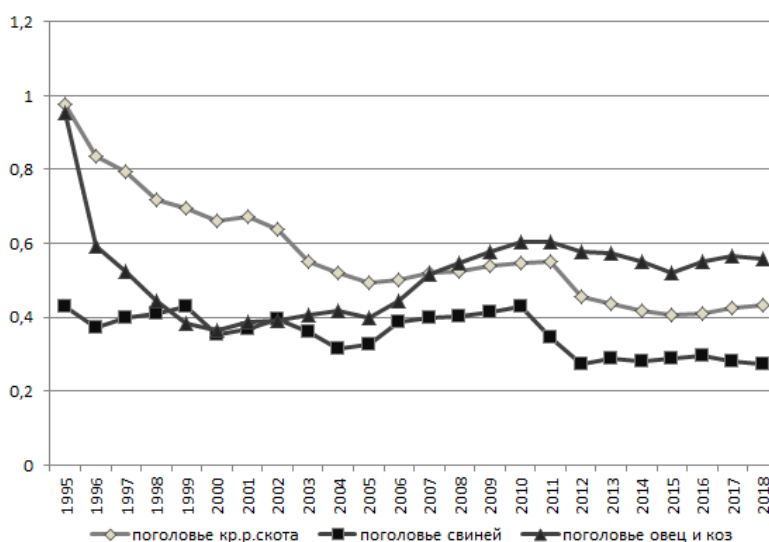


Рисунок 1. Поголовье скота в Саратовской области (1995 – 2018), млн. голов

Если рассмотреть показатели устойчивости временных рядов, т.е. показатели динамики изменения уровней ряда при минимальном влиянии на них неблагоприятных условий [2], то можно увидеть, что индекс устойчивости по ряду y_1 равен $i_{y1} = \frac{\bar{y}_{\text{благ}}}{\bar{y}_{\text{неблаг}}} =$

0,56, где $y_{\text{благ}}$ и $y_{\text{неблаг}}$ – уровни ряда выше и ниже среднего значения, что говорит о том, что для поголовья крупного рогатого скота характерно устойчивое снижение в каждом следующем уровне по сравнению с предыдущим. Размах варьирования составил $R_{y1} = 1,23$, что говорит о том, что временной ряд изменения поголовья крупного рогатого скота не сильно подвержен внешним факторам.

Аналогично для рядов y_2 и y_3 : $i_{y2} = 0,77$ и $R_{y2} = 0,81$; $i_{y3} = 0,88$ и $R_{y3} = 2,45$, что говорит об усилении отрицательных тенденций в размерах поголовья скота, а также об увеличении воздействия внешних факторов.

1. Компонентный анализ временных рядов. Для выявления основных тенденций указанных временных рядов используем тест Фостера-Стюарта: поскольку $t_D = \frac{D-0}{\sigma_D} = \frac{11-0}{2,373} = 4,6 > t_{кр} = 2,059$, то в ряду y_1 есть основной тренд и т.к. $t_S = \frac{S-\mu}{\sigma_S} = \frac{18-5,63}{1,79} = 6,9 > t_{кр} = 2,059$, то в ряду присутствуют периодические колебания. В данных формулах значения μ – мат. ожидание величины S , σ_S – среднеквадратическая ошибка величины S и σ_D – среднеквадратическая ошибка величины D , находятся из таблиц Фостера-Стюарта [3], а $t_{кр}$ – из таблицы Стьюдента при $\alpha=5\%$ и $n=25$.

Аналогично для рядов y_2 и y_3 : $t_D=6,9$ и $t_S=2,52$ в первом случае и $t_D=6,9$ и $t_S=1,37$ – во втором, что говорит об отсутствии периодической составляющей в формировании поголовья овец и коз в Саратовской области.

Для выбора формы основных тенденций временных рядов y_i , сравним линейную, квадратичную, показательную и логарифмическую функции. В результате лучшими функциями оказались следующие:

- для крупного рогатого скота:

квадратичная функция $y_1 = 1,23 - 0,086 \cdot t + 0,002 \cdot t^2$, где все параметры значимы по критерию Стьюдента, а коэффициент детерминации $R^2=0,754$ значим по критерию Фишера [4];

- для поголовья свиней:

логарифмическая функция $y_2 = 0,694 - 0,134 \cdot \ln t$, $R^2=0,624$ и все показатели значимы по критериям Стьюдента и Фишера;

- для овец и коз:

квадратичная функция $y_3 = 1,463 - 0,152 \cdot t + 0,005 \cdot t^2$, $R^2=0,498$ и все показатели значимы.

В квадратичных моделях b_0 показывает начальные условия развития процесса, т.е. поголовье крупного рогатого скота в 1995 году в Саратовской области составляло 0,954 млн.голов, а поголовье овец и коз – 1,46 млн.голов; параметр b_1 – постоянный темп роста, другими словами, с каждым годом в среднем поголовье крупного рогатого скота сокращалось на 86 тыс.голов, а поголовье овец и коз – на 152 тыс.голов; параметр b_2 – темп прироста или ускорение, т.е. сокращение поголовья крупного рогатого скота увеличивается ежегодно на 2 тыс.голов, а для поголовья овец и коз это значение составляет 5 тыс.голов.

В логарифмической модели параметр $b_1=-0,134$ говорит о том, что каждые 2,7 года поголовье свиней сокращается на 134 тыс.голов.

Проведём анализ адекватности выбранных моделей с помощью исследования их ошибок на независимость, случайность и нормальность распределения:

- нормальность остатков может быть проверена с помощью показателей асимметрии и эксцесса [5]:

- для крупного рогатого скота: $\hat{A} = -0,14$; $\sigma_{\hat{A}} = 0,092$; $|\hat{A}| < 2\sigma_{\hat{A}} = 0,185$ и $\hat{E} = 1,4$; $\sigma_{\hat{E}} = 0,9$; $\left| \hat{E} + \frac{6}{n+1} \right| = 1,6 < 2\sigma_{\hat{E}} = 1,8$, следовательно, остатки распределены нормально;

- - для свиней: $|\hat{A}| = 0,17 < 2\sigma_{\hat{A}} = 0,185$ и $|\hat{\Theta} + \frac{6}{n+1}| = 1,8 < 2\sigma_{\hat{\Theta}} = 1,8$, т.е. распределение нормально;

- - для овец и коз: $|\hat{A}| = 0,183 < 0,185$, $|\hat{\Theta} + \frac{6}{n+1}| = 1,13 < 1,8$ и распределение нормально;

- независимость остатков можно проверить с помощью критерия Дарбина-Уотсена [6]:

- - для крупного рогатого скота: $d_L = 1,29$ и $d_U = 1,45$, $4 - d_U = 2,55$ и $4 - d_L = 2,71$, фактическое значение $dw = 1,81$ принадлежит интервалу $[d_U, 4 - d_U]$, следовательно, гипотеза о независимости случайных отклонений принимается;

- - для свиней: $dw = 1,59 \in [d_U = 1,45; 4 - d_U = 2,55]$, т.е. остатки независимы;

- - для овец и коз: $dw = 0,88 \in [0; d_L = 1,29]$, т.е. гипотеза о независимости остатков отклоняется, другими словами в ряду остатков есть автокорреляция;

- случайность остатков можно проверить с помощью критерия медианных серий [7]:

- - для крупного рогатого скота: число серий $v(25)=9$, протяжённость самой длинной серии $k_{\max}(25)=4$, тогда $\begin{cases} v(25) > \left\lceil \frac{1}{2}(25 + 1 - 1,96\sqrt{25 - 1}) \right\rceil \\ k_{\max}(25) \leq [1,43 \cdot \ln(25 + 1)] \end{cases}$; $\begin{cases} 9 > 8 \\ 4 \leq 4 \end{cases}$ и, следовательно, ряд остатков можно считать случайным;

- - для поголовья свиней, а также овец и коз аналогично.

Тест Фостера-Стюарта показал наличие периодической составляющей в исследуемых рядах, изучение же автокорреляционной функции позволило выявить период $\tau=8$. Анализ рисунка 1 позволяет предположить аддитивный способ включения компонентов в моделирование уровней исследуемых временных рядов: $y_i = D + S + E$, где D – тренд, S – период, E – ошибка.

Для моделирования сезонных колебаний могут быть использованы модель с индексом сезонности и тренд-сезонная модель [8]. Построив обе модели и сравнив их ошибки аппроксимации, мы получили, что для ряда y_1 необходимо использовать аддитивную тренд-сезонную модель с квадратичным трендом. В итоге скорректированные индексы сезонности для ряда y_1 составили: $K_{S1}=0,007$, $K_{S2}=-0,025$, $K_{S3}=0,024$, $K_{S4}=0,02$, $K_{S5}=0,022$, $K_{S6}=0,002$, $K_{S7}=-0,01$ и $K_{S8}=-0,039$, а модель прогноза приняла вид:

$$y_{t1}^1 = 1,234 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2, \quad y_{t2}^1 = 1,203 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2,$$

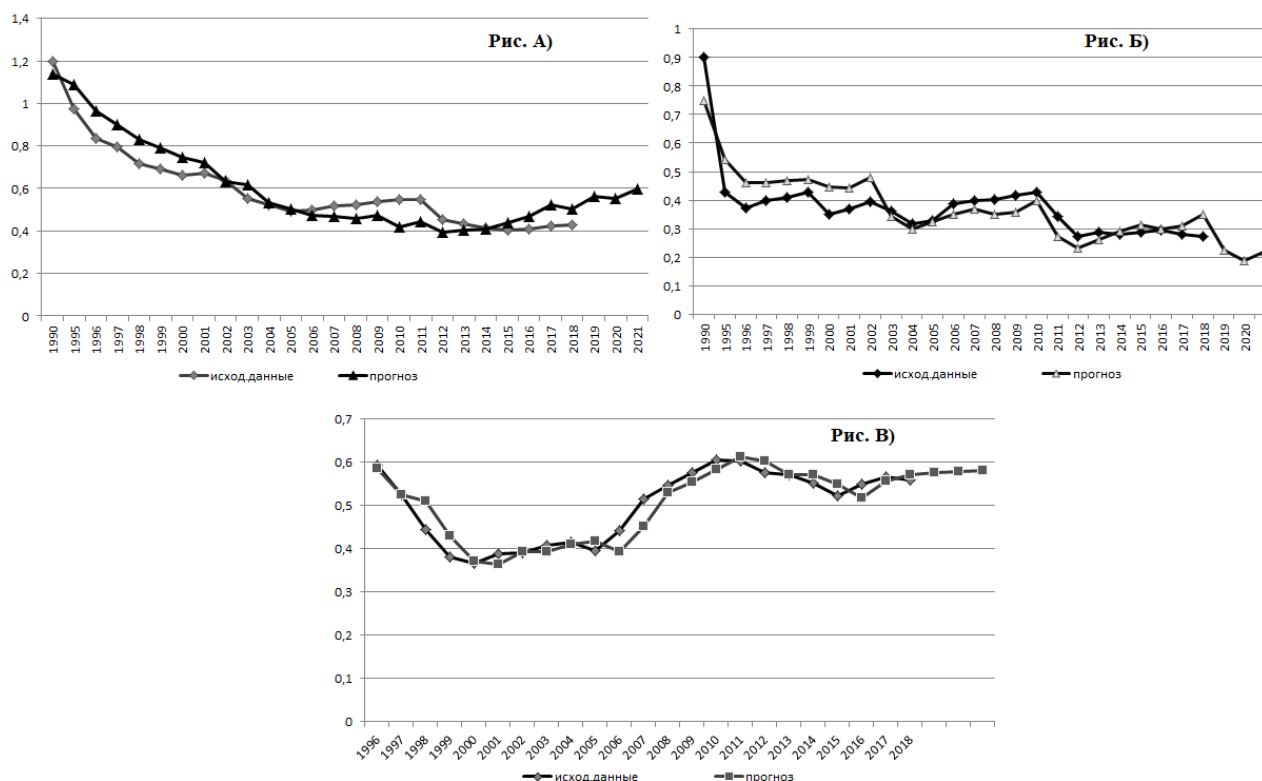
$$y_{t3}^1 = 1,252 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2, \quad y_{t4}^1 = 1,248 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2,$$

$$y_{t5}^1 = 1,249 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2, \quad y_{t6}^1 = 1,229 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2, \\ y_{t7}^1 = 1,218 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2, \quad y_{t8}^1 = 1,188 - 0,086 \cdot t + 0,0023 \cdot t^2.$$

Ошибка аппроксимации данной модели составляет 11%. Исходные данные, прогноз и экстраполяция на 3 уровня представлена на рисунке 2А.

Вид аддитивной тренд-сезонной модели для ряда y_2 – поголовья свиней – имеет вид: $y_{t1}^1 = 0,589 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t2}^1 = 0,711 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t3}^1 = 0,743 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t4}^1 = 0,707 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t5}^1 = 0,670 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t6}^1 = 0,644 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t7}^1 = 0,654 - 0,124 \cdot \ln t$, $y_{t8}^1 = 0,639 - 0,124 \cdot \ln t$,

где скорректированные индексы сезонности были равны $K_{S1}=-0,08$, $K_{S2}=0,041$, $K_{S3}=0,073$, $K_{S4}=0,037$, $K_{S5}=0,001$, $K_{S6}=-0,025$, $K_{S7}=-0,016$, $K_{S8}=-0,031$. Здесь ошибка аппроксимации составила $A=13\%$, а экстраполяция на 3 уровня, составленная на основе полученной модели, представлена на рисунке 2Б.



*Рисунок 2. Исходные данные, прогноз и экстраполяция на 3 уровня:
А) поголовье крупного рогатого скота; Б) поголовье свиней;
В) поголовье овец и коз*

2. ARIMA-модели. Для ряда u_3 – ряда поголовья овец и коз – проведённый анализ показал отсутствие периодической составляющей, поэтому для моделирования необходимо использовать адаптивные методы прогнозирования, в частности, ARIMA-модели [9].

Для построения ARIMA-модели (p, d, q) требуется выбрать d – порядок разностей, т.е. порядок интегрируемости ряда; p – порядок авторегрессии; q – порядок скользящего среднего [10].

Для определения параметра d необходимо определить порядок разностного ряда, при котором этот ряд будет стационарным. В нашем случае стационарными оказался ряд, составленный по первым разностям (данный факт был установлен двухвыборочным F-тестом для дисперсии), поэтому d=1.

Для определения параметра p необходимо составить автокорреляционную функцию по интегрируемому ряду. Наибольшее значение автокорреляционной функции соответствует $\tau=1$: $f(\tau=1)=0,85$, $f(\tau=2)=0,35$, $f(\tau=3)=0,12$, $f(\tau=4)=0,14$, то $p=1$. А поскольку остатки ряда независимы, что было показано выше, то $q=0$. Таким образом, необходимо построить ARIMA-модель (1,1,0), т.е. модель вида $\varphi_1(B)\nabla^1 y_t = \psi_0(B)\varepsilon_t$. В результате применения пакета программ Statistica получаем уравнение: $y_t = 1,198 \cdot y_{t-1} + 0,196 \cdot y_{t-2} + \varepsilon_t$. Здесь $R^2=0,911$ и все параметры значимы по критериям Фишера и Стьюдента, ошибка аппроксимации $A=4,5\%$.

Проверим адекватность полученной модели на основе анализа остатков [11]: т.к. автокорреляция остатков $f=0,17$ входит в интервал $\pm \frac{t_{\alpha}}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,059}{\sqrt{25}} = \pm 0,412$, то остатки независимы. Другими словами, модель адекватна и может быть использована для прогнозов: исходные данные, прогноз и экстраполяция на 3 уровня представлена на рисунке 2В.

3. Коинтеграционный анализ временных рядов. Дальнейший анализ сосредоточим на изучении влияния на поголовье скота таких показателей как x_1 – валовый сбор зерна, млн.тонн и x_2 – расход кормов на 1 голову, ц.

Поскольку сбор зерна сегодня обеспечивает кормами на следующий год, то будем рассматривать связи $y_i(t)$, $x_2(t)$ и $x_1(t-1)$.

Проверим гипотезу о наличии коинтеграции между рядами y_1 , x_1 и x_2 на основе критерия Ингла-Грэнджера. С этой целью строим линейную регрессию зависимости поголовья крупного рогатого скота от валового сбора зерна и расхода кормов на 1 голову: $y_{1t} = -2,1 - 0,02 \cdot x_{1t} + 0,1 \cdot x_{2t} + \varepsilon_t$, параметр b_2 данного уравнения значим при $\alpha=5\%$, $R^2=0,578$ и он значим по критерию Фишера. Определяя остатки по данной

регрессии, строим зависимость вида: $\Delta \varepsilon_t = a + b \cdot \varepsilon_{t-1} = -0,02 + 0,63\varepsilon_{t-1}$. Расчетное значение t-статистики для параметра b равно (4,71); критическое значение критерия Ингла-Грэнджера при $\alpha=5\%$ равно 1,9439 [3]. Таким образом, гипотеза об отсутствии коинтеграции между рядами отклоняется, т.е. с вероятностью 95% можно говорить о совпадении динамики изучаемых временных рядов.

Аналогично для рядов y_2 и y_3 :

- для поголовья синей: $y_{2t} = -1,44 - 0,01 \cdot x_{1t} + 0,07 \cdot x_{2t} + \varepsilon_t$, $R^2=668$,

$\Delta \varepsilon_t = -0,02 + 0,23\varepsilon_{t-1}$, $t_b = 1,97$;

- для поголовья овец и коз: $y_{3t} = -6,95 + 0,02 \cdot x_{1t} + 0,27 \cdot x_{2t} + \varepsilon_t$, $R^2=774$, $\Delta \varepsilon_t = -0,03 + 0,23\varepsilon_{t-1}$, $t_b = 2,01$.

Множественные коэффициенты корреляции между исследуемыми рядами составляют: $r_{y_1x_1x_2} = 0,577$, $r_{y_2x_1x_2} = 0,669$ и $r_{y_3x_1x_2} = 0,744$; парные же равны: $r_{y_1x_1} = -0,366$, $r_{y_1x_2} = 0,574$, $r_{y_2x_1} = -0,441$, $r_{y_2x_2} = 0,662$, $r_{y_3x_1} = -0,364$, $r_{y_3x_2} = 0,743$, $r_{x_1x_2} = -0,548$.

Для моделирования регрессионной зависимости между исследуемыми показателями воспользуемся уравнением регрессии по отклонениям от трендов [9]: $\varepsilon_{ty_1} = a + b\varepsilon_{tx_1} + c\varepsilon_{tx_2} = 0,007 - 0,02\varepsilon_{tx_1} + 0,05\varepsilon_{tx_2}$.

Коэффициент детерминации здесь $R^2=0,417$ и он значим по критерию Фишера. Однако коэффициент b незначим; он говорит о том, что случайные отклонения по ряду y_1 – ряду поголовья крупного рогатого скота – в 0,02 раз ниже случайных колебаний в ряду x_1 – ряду валового сбора зерна; параметр c значим и он говорит, что случайные изменения в поголовье скота в 0,05 раз выше чем колебания в ряду x_2 – ряду расхода кормов.

Данное уравнение можно использовать для прогноза переменной y_1 в зависимости от предполагаемого изменения переменных x_1 и x_2 .

Ранее получили, что $\hat{y}_1 = 1,23 - 0,086 \cdot t + 0,002 \cdot t^2$, кроме того имеем $\hat{x}_1 = 2,96 + 0,02 \cdot t$, $\hat{x}_2 = 27,5 - 0,007 \cdot t$, тогда $y_{1t} = 0,08 - 0,086 \cdot t + 0,002 \cdot t^2 - 0,02 \cdot x_1 + 0,05 \cdot x_2$

Где параметр $b_1=-0,086$ говорит о том, что воздействие всех факторов, кроме валового сбора зерна и расхода кормов, на поголовье крупного рогатого скота приведёт к его среднегодовому абсолютному снижению на 86 тыс.голов. Параметр $b_2=0,002$ показывает скорость данного процесса, т.е. ежегодно данное влияние приводит к увеличению сокращения поголовья крупного рогатого скота на 2 тыс.голов. Параметр $b_3=-0,02$ показывает, что если валовой сбор зерна повысится на 1 млн.тонн,

то поголовье сократится на 20 тыс.голов; параметр $b_4=0,05$ говорит о том, что если расходкормов на 1 голову увеличится на 1 ц, то поголовье увеличится на 5 тыс.голов.

Проводя аналогичные рассуждения для других рядов получаем:

- для поголовья свиней: $\varepsilon_{ty_2} = 0,003 - 0,01\varepsilon_{tx_1} + 0,04\varepsilon_{tx_2}$,

$\hat{y}_2 = 0,694 - 0,134 \cdot \ln t$ и тогда

$y_{2t} = -0,37 + 0,0005 \cdot t - 0,134 \cdot \ln t - 0,01 \cdot x_1 + 0,04 \cdot x_2$;

- для овец и коз: $\varepsilon_{ty_3} = 0,03 - 0,02\varepsilon_{tx_1} + 0,18\varepsilon_{tx_2}$,

$\hat{y}_3 = 1,463 - 0,152 \cdot t + 0,005 \cdot t^2$ и тогда

$y_{3t} = -3,4 - 0,15 \cdot t + 0,005 \cdot t^2 - 0,02 \cdot x_1 + 0,18 \cdot x_2$.

Составим прогноз развития поголовья скота в Саратовской области на основе построенных моделей:

- для 2019 года: $x_{1t}=3,48$, $x_{2t}=27,32$, а $y_{1t}=0,49$, $y_{2t}=0,26$ и $y_{3t}=0,93$, т.е. если валовый сбор зерна составит 3,48 млн.тонн и расход кормов на 1 голову составит 27,32 центнера, то поголовье крупного рогатого скота составит 0,49 млн.голов, поголовье свиней – 0,26 млн.голов, поголовье овец и коз – 0,92 млн.голов;

- для 2020 года: $x_{1t}=3,5$, $x_{2t}=27,31$, $y_{1t}=0,51$, $y_{2t}=0,26$ и $y_{3t}=1,04$;

- для 2021 года: $x_{1t}=3,52$, $x_{2t}=27,30$, $y_{1t}=0,53$, $y_{2t}=0,25$ и $y_{3t}=1,16$.

Погрешность моделей по отклонениям от линейных трендов составляет около 8,5%.

4. Выводы. Проведенный в работе анализ показывает, что несмотря на общую тенденцию к сокращению поголовья скота в Саратовской области, на коротком промежутке планирования прогнозируется увеличение поголовья скота всех видов. Данный факт получен при моделировании разными инструментами: с помощью тренд-сезонных моделей, ARIMA-моделей и моделей по отклонениям от трендов.

Кроме того, результаты моделирования прогнозируют увеличение доли овец и коз в общей массе поголовья скота. Корреляционный анализ также выявил тенденции к увеличению поголовья овец и коз с возрастанием расхода кормов на 1 голову ($r=74\%$).

Данные результаты согласуются с общими тенденциями развития сельского хозяйства в Саратовской области, в частности, возможностями кормовой базы (недостаточное количество сенокосов), а также национальными традициями домохозяйств (увеличение доли мусульманского населения в сельских поселениях [1]).

Проведенное исследование показало, что без дополнительных усилий по развитию отрасли подобная ситуация будет сохраняться.

Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели // Стат. сб. / Госкомстат России [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/sep_region.html (дата обращения: 15.06.2020)
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: в 2-х кн.- Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика. 1987. – 351 с.
3. Сажин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 2013. 192 с.
4. Тиндова М.Г., Кузнецова О.С. Эконометрика / Саратов. 2015.
5. Боговиз А.В., Бурмистрова И.К., Кублин И.М., Санинский С.А., Тинякова В.И. Мотивация отечественных производителей сельскохозяйственной техники в условиях импортозамещения // Экономика сельского хозяйства России. 2016. №10. С.10-17.
6. Кублин И.М., Тиндова М.Г., Тинякова В.И. Исследование производства мясной и молочной продукции в Саратовской области // АПК: Экономика, управление. 2018. №3. С. 45-53.
7. Носов В.В. Теория экономического анализа / Саратов. 2003.
8. Юлдашев Р.Т., Фирсов Ю.В. Организационное моделирование как процесс преобразования знаний // Управление риском. 2014. №3(71). С.50-56.
9. Тиндова М.Г. Экономико-математическое моделирование / Саратов. 2013
10. Davidson R., MacKinnon J.G. (2004). Econometric Theory and Methods. Oxford University Press, Oxford
11. Жичкин К.А. Источники ущерба при нецелевом использовании земель сельскохозяйственного назначения и их фиксация при определении размера потерь // В сборнике: Инновационное развитие аграрной науки и образования. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джембулатова. 2016. С. 252-261.

Ресурсный потенциал АПК

УДК 332.1

Гурнович Т.Г., Сайфетдинова Н.Р., Андреюк М.В. Приоритетные направления инновационного развития материально-технической базы сельскохозяйственного производства¹

Priority directions of innovative development of the material-technical base of agricultural production

Гурнович Татьяна Генриховна
Сайфетдинова Наталья Рафаиловна
Андреюк Михаил Валерьевич

1. д-р экон. наук, профессор кафедры организации производства и инновационной деятельности
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

2. канд. экон. наук, доцент кафедры организации производства и инновационной деятельности

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

3. магистрант 2 курса

Gurnovich Tatiana Genrihovna

Sayfetdinova Natalia Rafailovna

Andreyuk Mikhail Valerievich

1. Dr. Econ. sciences, Professor of the Department of Organization production and innovation

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

2. cand. econ. sciences, Associate Professor of the Department of Organization production and innovation

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

3. master student of the 2nd year

Аннотация. Статья посвящена исследованию процессов функционирования материально-технической базы сельскохозяйственного производства и разработке приоритетных направлений ее инновационного развития. Гипотеза исследования базируется на научной позиции авторов о том, что важнейшими условиями функционирования субъектов аграрной экономики, повышения их конкурентоспособности и результативности деятельности являются обеспеченность сельскохозяйственного предприятия элементами материально-технической базы, ее адекватность новым технологиям и своевременное обновление с учетом достижений научно-технического прогресса, а также эффективное использование в производственном процессе. Показаны отраслевые

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ 20-010-00079 А «Разработка экономических механизмов формирования, инновационного развития и адаптации материально-технической базы сельскохозяйственных организаций к условиям их размещения»

особенности материально-технической базы и ее место в системе основных средств сельскохозяйственного предприятия. Дана оценка современного состояния материально-технической базы сельского хозяйства Краснодарского края. Отмечено сохранение негативной тенденции сокращения количества по большинству видов техники в сельскохозяйственных организациях региона. Проведена дифференциация факторов, определяющих действие экономического механизма возобновления на расширенной основе элементов материально-технической базы сельскохозяйственных товаропроизводителей. Разработаны предложения по модернизации машинно-тракторного парка типовой сельскохозяйственной организации с учетом возможностей программно-целевого метода регулирования.

Ключевые слова: аграрная экономика, сельскохозяйственное производство, материально-техническая база, машинно-тракторный парк, инновационное развитие, эффективность

Abstract. The article is devoted to the study of the processes of functioning of the material and technical base of agricultural production and the development of priority directions for its innovative development. The research hypothesis is based on the scientific position of the authors that the most important conditions for the functioning of the subjects of the agrarian economy, increasing their competitiveness and performance are the provision of an agricultural enterprise with elements of the material and technical base, its adequacy to new technologies and timely updating taking into account the achievements of scientific and technological progress, and also efficient use in the production process. The branch features of the material and technical base and its place in the system of fixed assets of an agricultural enterprise are shown. An assessment of the current state of the material and technical base of agriculture in the Krasnodar Krai is given. The preservation of the negative trend of reducing the number of most types of equipment in agricultural organizations of the region is noted. Differentiation of the factors determining the action of the economic mechanism of renewal on an expanded basis of the elements of the material and technical base of agricultural producers is carried out. Proposals for the modernization of the machine-tractor fleet of a typical agricultural organization are developed taking into account the possibilities of the program-target method of regulation.

Keywords: agrarian economy, agricultural production, material and technical base, machine and tractor fleet, innovative development, efficiency

Рецензент: Папаскири Тимур Валикович - доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, почетный землеустроитель России, и др. декан факультета землеустройства ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству». Эксперт РАН

Введение. Эффективность функционирования сельского хозяйства во многом определяется материально-технической оснащенностью производственных процессов, уровнем их технологической модернизации, способствующей росту объемов агропроизводства при сокращении затрат и повышении производительности труда. В основе процесса формирования материально-технической базы (МТБ) аграрного производства лежит обоснование потребностей хозяйствующего субъекта в необходимых ресурсах и оценка соответствия технической базы современным агротехнологиям. Безусловно, важно, не только сформировать МТБ производства сельскохозяйственной продукции, но также эффективно ее использовать. Повышение

эффективности использования элементов МТБ положительно влияет на ускорение операционного цикла, экономические показатели деятельности предприятия и, как следствие, создает условия, обеспечивающие конкурентоспособность предприятия и его устойчивость к изменению условий нестабильной рыночной среды.

К сожалению, за годы современных аграрных реформ так и не был сформирован действенный механизм воспроизводства материально-технических ресурсов сельского хозяйства на инновационной основе.

В этой связи настоящее исследование, целью которого определено изучение теоретических аспектов экономического содержания МТБ аграрных предприятий, оценка ее современного состояния и изыскание на этой основе резервов и направлений повышения эффективности использования МТБ, является актуальным и своевременным.

Объект исследования – материально-техническая база сельскохозяйственного производства.

Предмет исследования – экономические процессы формирования, использования и возобновления материально-технических ресурсов аграрного производства.

Методы исследования. В процессе подготовки статьи использованы общенаучные и специальные методы исследования: монографический, диалектического взаимодействия, графический, сравнительный и системный анализ, экономико-статистический.

Результаты. Исследование экономического механизма возобновления на расширенной основе элементов материально-технической базы сельхозтоваропроизводителей позволило выделить две определяющие направления действия этого механизма группы факторов (рисунок 1).

Действие факторов первой группы обусловлено тем, что подсистема сельскохозяйственного производства является частью более сложной системы агропромышленного комплекса и взаимодействует с остальными его составляющими: сельскохозяйственное машиностроение, кормопроизводство, производство удобрений, сельское строительство, переработка, хранение, реализации продукции сельского хозяйства и др.

В результате экономического взаимодействия на горизонтальной основе происходит овеществление труда предприятий всех сфер АПК и приобретение им нового качества потенциальной движущей силы расширенного воспроизводства элементов МТБ.

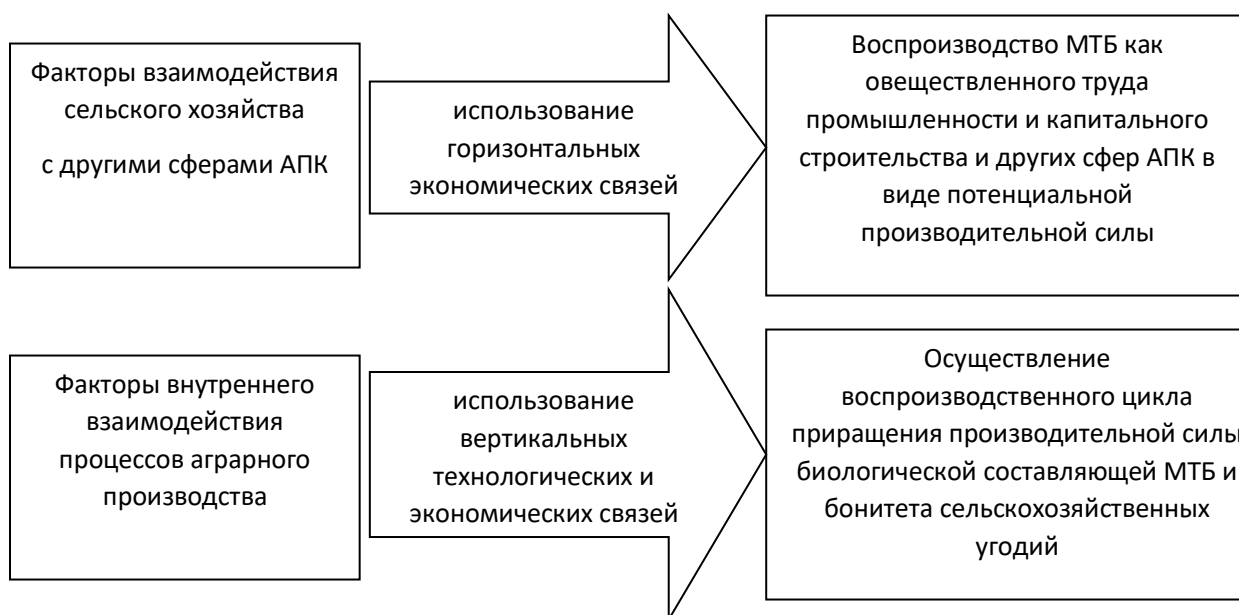


Рисунок 1. Особенности действия экономического механизма расширенного воспроизводства элементов МТБ [9]

Внутреннее взаимодействие производственно-технологических процессов в сельском хозяйстве осуществляется посредством вертикальных связей в направлении качественного и количественного приращения биологического потенциала растений и животных и повышения плодородия земельных ресурсов.

Успешное развитие аграрной отрасли неразрывно связано с укреплением МТБ сельскохозяйственного производства, ее оптимальным формированием и рациональным использованием. При этом особое значение в условиях инновационного развития МТБ аграрного производства следует придавать ресурсосбережению как значимому источнику удовлетворения растущих потребностей в электроэнергии, топливе, других видах сырья и материалов.

Краснодарский край отличается благоприятными природно-климатическими условиями и выгодным географическим положением и уверенно лидирует в региональном рейтинге РФ по производству и переработке сельскохозяйственной продукции.

Техническое обеспечение субъектов аграрного хозяйствование в достаточном количестве – это сегодня одна стратегических задач агроэкономической политики. Несмотря на активизацию государственной поддержки, необходимость в интенсивном обновлении МТБ сельскохозяйственных организаций Краснодарского края остается

актуальной задачей. По большинству видов техники и оборудования в сельскохозяйственных организациях отмечается количественная стагнация с проявлениями слабого понижающего тренда (рисунок 2).

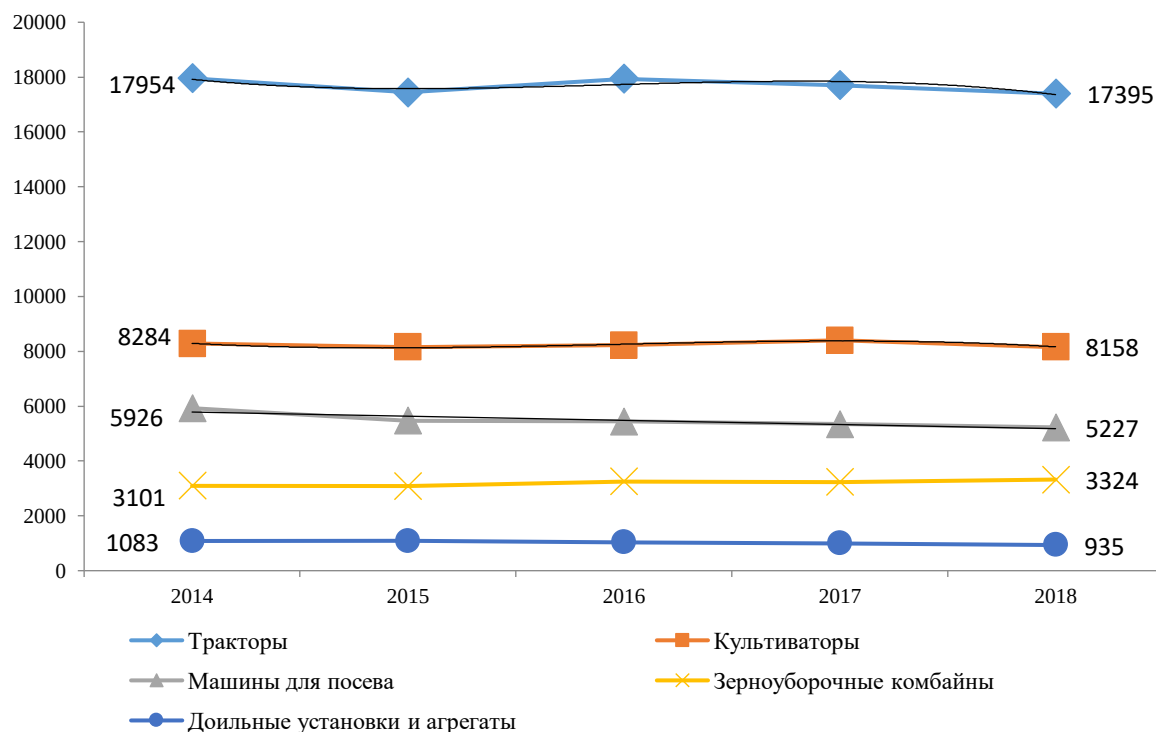


Рисунок 2. Техническое обеспечение сельскохозяйственных организаций Краснодарского края, ед. [11,12]

Изменение нагрузки на технику просматривается неявно (рисунок 3), здесь более пристальное внимание следует обратить на соответствие нормативу, что, как следует из графика, не выполняется ни по тракторам, ни по комбайнам. Такая тенденция характерна в целом для России, например, нагрузка пашни на один трактор в среднем по всем регионам страны составляет 345 га, что пятикратно превышает нормативное значение.

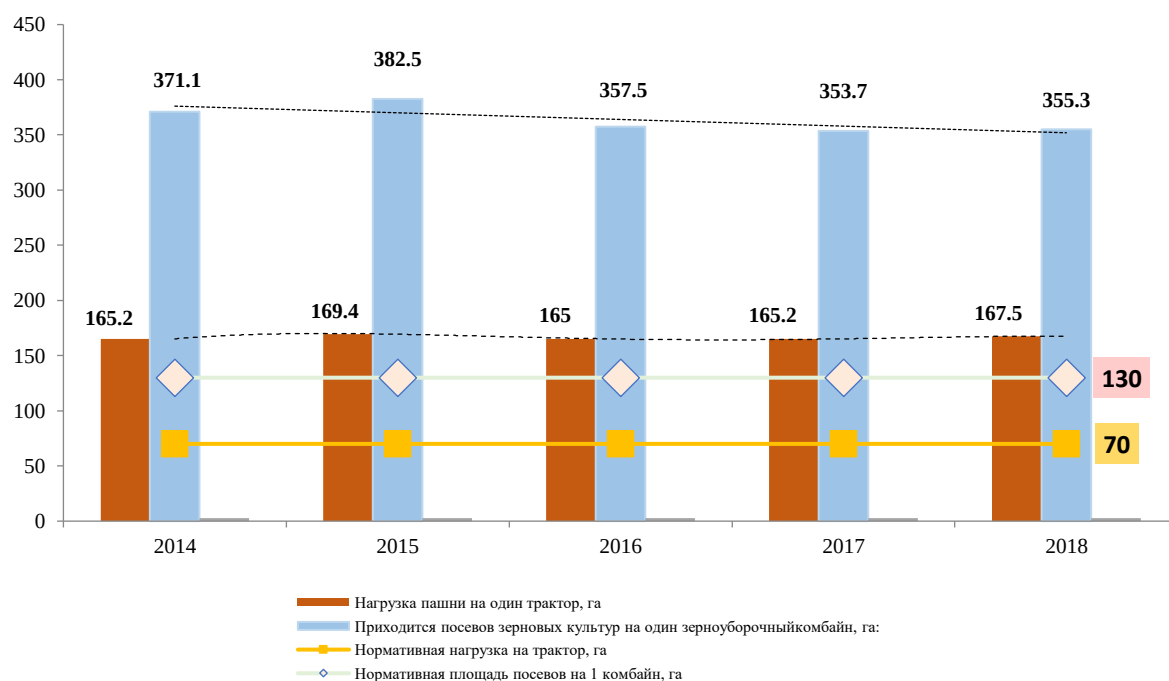


Рисунок 3. Динамика показателей нагрузки на сельскохозяйственную технику агропредприятий Краснодарского края [11,12]

Причиной такого положения дел может являться как дефицит количества техники, так и увеличение ее мощности. Возможно, это связано с появлением крупных холдингов, производство которых обеспечено техникой высокой мощности. Но в целом для большинства отечественных сельхозпредприятий характерно применение в составе машинно-тракторного парка (МТП) тракторов и комбайнов, оснащенных двигателями слабой мощности [1,10,14].

В настоящее время обновление МТП сельскохозяйственных предприятий происходит, в основном, за счет высокопроизводительной зарубежной техники. Произведем оценку экономической целесообразности технической модернизации на примере типового хозяйства Краснодарского края, в котором, как и во многих других сельскохозяйственных организациях региона на уборке зерновых культур используются отечественные («Ростсельмаш») зерноуборочные комбайны марки СК-5 «Нива». В настоящее время эта популярная в свое время машина морально и физически

устарела, выработав свой ресурс, то есть назрела необходимость замены данного комбайна на более мощный и высокотехнологичный аналог.

Как следует из результатов расчетов (таблица 1), использование высокопроизводительного John Deer в качестве альтернативы СК-5 «Нива-Эффект» в типовом хозяйстве Краснодарского края показала увеличение значения показателей производственного эффекта на 28,4% за счет роста производительности техники (29,7 т/час по сравнению с 9,7 т/час у Нивы) [1,2,14].

Таблица 1

Показатели эффекта при реализации озимой пшеницы
в типовом хозяйстве Краснодарского края в зависимости от марки техники

Показатели	СК-5 «Нива»	John Deer S 690	Сравнение, %
Посевная площадь, га	1300	1300	100,0
Цена реализации, руб./ц	945	945	100,0
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	620	620	100,0
Валовое производство, ц	80600	98280	121,9
Урожайность, ц/га	62	75,6	121,9
Товарная продукция, ц	75764	97297,2	128,4
Уровень товарности, %	94,0	99,0	105,3
Выручка от реализации, тыс. руб.	71596,98	91945,85	128,4
Полная себестоимость, тыс. руб.	46973,68	60324,26	128,4

К недостаткам комбайна John Deer относительно отечественного аналога СК-5 «Нива» можно отнести высокий уровень потерь зерна за комбайном (2,93% против 1,9%), расход топлива (2,25 кг/т – 1,65 кг/т). Цена комбайна John Deer более, чем десятикратно превышает стоимость Нивы. То есть, при проведении модернизации необходимо учитывать комплекс факторов. В качестве основного фактора, доказывающего преимущество John Deer, отметим его производительность, позволяющую использовать на уборке урожая меньшее количество техники, что ведет к экономии по общим инвестиционным затратам на обновление машинно-тракторного парка, а также по затратам труда.

Разрабатывая стратегию технико-технологической модернизации сельскохозяйственного предприятия в условиях ограниченных финансовых ресурсов, целесообразно учитывать альтернативные источники финансирования: объединение в кооперативы для совместного обновления и эксплуатации машинно-тракторного парка;

использование механизмов льготного кредитования с государственной поддержкой, финансовой аренды, субсидирования, грантовых программ.

Заключение

В процессе исследования нашла подтверждение выдвинутая авторами гипотеза о том, что важнейшими условиями функционирования субъектов аграрной экономики, повышения их конкурентоспособности и результативности деятельности являются обеспеченность сельскохозяйственного предприятия элементами материально-технической базы, ее адекватность новым технологиям и своевременное обновление с учетом достижений научно-технического прогресса, а также эффективное использование в производственном процессе.

В рамках проведения модернизации МТБ проведены сравнительный анализ преимуществ и недостатков зарубежного и отечественного комбайнов и расчеты, доказывающие экономическую целесообразность обновления машинно-тракторного парка в типовом хозяйстве Краснодарского края.

Даны рекомендации, обосновывающие необходимость изучения сельхозтоваропроизводителями альтернативных форм организации и источников финансирования инновационного развития МТБ аграрного производства: объединение в кооперативы для совместного обновления и эксплуатации машинно-тракторного парка; использование механизмов льготного кредитования с государственной поддержкой, финансовой аренды, субсидирования, грантовых программ.

Библиографический список

1. Бершицкий Ю.И. и др. Особенности экономической оценки зерноуборочной техники // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №111(07). – С. 287-298. IDA [article ID]: 1111507017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/17.pdf>. (дата обращения 08.07.2020).
2. Бершицкий Ю.И. и др. Экономика формирования и воспроизводства технической базы растениеводства сельскохозяйственных организаций: монография. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2014. – 261 с.
3. Драгайцев В.И. О методике экономической оценки сельскохозяйственной техники // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – №3. – С. 15-19.
4. Евдокимов В.И. Развитие материально-технической базы сельского хозяйства // Устойчивое развитие науки и образования. – 2016. – №3. – С. 44-51

5. Индюков, А.И. Развитие материально-технической базы сельскохозяйственного производства на инновационной основе : автореф. дис. ... канд. экон. наук / А.И. Индюков. – Ставрополь, 2015. – 24 с.
6. Малов Г.И. Инновационная политика в сфере технического оснащения сельскохозяйственного производства // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – №1, том 2(73). – С. 25-32.
7. Малов Г.И. Машинно-тракторный парк зернового производства в системе основных средств сельхозпроизводителей // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2016. – №11, Т. 2. – С. 99-102.
8. Малов Г.И. Экономическое обоснование технического перевооружения зернового производства // Вестник АПК Ставрополя. – Ставрополь: АГРУС, 2017. – №4(28). – С. 143-150.
9. Минаков И. А. Экономика и управление предприятиями, отраслями и комплексами АПК : учебник. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 404 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/91296> (дата обращения: 07.07.2020).
10. Моргачев В.В. Материально-техническое обеспечение сельскохозяйственных товаропроизводителей Липецкой области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 271-278.
11. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ. – Режим доступа <http://www.mcx.ru> (дата обращения 07.07.2020)
12. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). – Режим доступа <http://www.gks.ru/wps/portal> (дата обращения 07.07.2020).
13. Пронин В.М., Прокопенко В.А. Методика оценки технико-экономических показателей сельскохозяйственной техники по критерию часовых эксплуатационных затрат // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – №3. – С. 10-14.
14. Тюпаков, К.Э. Эффективность формирования и развития технико-технологической базы растениеводства сельскохозяйственных организаций : дис. ... д-ра экон. наук / К.Э. Тюпаков. – Краснодар, 2017. – 258 с.
15. Экономика сельского хозяйства : учебник / под ред. В. Т. Водяникова. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 544 с. Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64326> (дата обращения: 07.04.2020).

Электронное научное издание

АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ЭКОНОМИКА

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**

№ 5/2020

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству обращаться по
электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов

ISSN 2412-2521

Усл. печ. л. 2,9

Объем издания 2,4 МВ

Издание: Международный научно-практический электронный журнал Агропродовольственная экономика
(Agro production and economics journal)

Учредитель, главный редактор: Краснова Н.А.

Издательство Индивидуальный предприниматель Краснова Наталья Александровна

Адрес редакции: Россия, 603186, г. Нижний Новгород, ул. Ломоносова 9, офис 309, Тел.: +79625087402

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций (Роскомнадзор) за номером ЭЛ № ФС 77 — 67047