

ргійних шихтових матеріалів. Результати отриманих досліджень можуть бути використані для подальших досліджень у сфері підвищення ефективності металургійного виробництва.

Список літератури

1. **Иванец В.Н.** Новые конструкции смесителей для многокомпонентных композиций / **В.Н. Иванец** // Химическое и нефтяное машиностроение - 1992. - № 1. - С. 20-22.
2. **Засельский В.И.** Конструкции смесителей и оценка эффективности их работы при подготовке металлургического сырья / **В.И. Засельский, Ю.И. Вититнев, С.А. Учитель** // Теория и практика металлургии. - 2011. - № 3-4. - С. 40-45.
3. Rotary batch mixers [Электронный ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Utica, NY 13502 – Режим доступу: www.munsonmachinery.com (дата звернення 10.10.2019) – Назва з екрана.
4. PlowBlend [Электронный ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Illinois 60031 – Режим доступу: www.eirichusa.com (дата звернення 11.10.2019) – Назва з екрана.
5. Роторний змішувач з гнучким тросовим ротором.: пат. 47571. Україна: МПК В01F 13/00. № u200909165; заявл. 07.09.2009; надрук. 10.02.2010, Бюл.№ 3 URL: <http://uapatents.com/4-47571-rotornijj-zmishuvach-z-gnuchkim-trosovim-rotorom.html>
6. **Большаков В.И.** Расчет металлургических машин. Оборудование обжиговых и агломерационных цехов / **В. И. Большаков, А.Д. Учитель, В.И. Засельский, Д.В. Пополов, С.А. Учитель, В. В. Коноваленко.** – Кривой Рог. – 2012. – 336 с.
7. **Учитель А.Д.** Determination of technological and power parameters of mixer-homogenizer / **A.D. Uchitel, D.V. Popolov, I. V. Zasliski** // Metallurgical and Mining Industry. – 2016. – № 1. – P. 158-162.
8. **Яблонский А.А.** Курс теоретической механики – учебник [для студ. ВУЗов] / **А. А. Яблонский, В. М. Никифорова.** М. : Лань, 2002. – 764 с.
9. **Мархель І. І.** Деталі машин – навч. посібник / **І. І. Мархель.** – Київ : Алер-та, 2005. – 368 с.
10. **Селиванов Ю.Т.** Расчет и проектирование циркуляционных смесителей сыпучих материалов без внутренних перемешивающих устройств/ **Ю.Т. Селиванов, В.Ф. Першин.** М. : «Издательство Машино-строение-1», 2004. – 120 с. Рукопис подано до редакції 09.10.2020

УДК 629.113

В.И. ПАХОМОВ, канд. техн. наук, доц., **И.В. ГИРИН**, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Цель. Основной целью работы является обеспечение эксплуатационной надежности подвижного состава автотранспортных предприятий за счет повышения эффективности процессов текущего ремонта с использованием разработанной системы моделирования условий обслуживания при нестационарном потоке автомобилей и минимизации на ее основе суммы затрат на содержание зоны ТР и потерь от простоев автомобилей в ожидании.

Методы исследования. В работе выполнены анализ и обобщение опубликованных теоретических разработок, аналитические расчеты, статистический анализ, экономико-математическое моделирование, программно-целевой метод. Методология теоретических исследований основана на применении логических и математических методов. Также применяется ряд частных методов: аксиоматический и гипотетический методы, анализ и синтез, метод интерпретации, корреляционно-регрессионный анализ, имитационное моделирование.

Научная новизна. Научную ценность представляет предложенная на основе моделирования методика оптимизации организации постовых работ текущего ремонта автомобилей в автотранспортном предприятии, которая позволяет проектировать и реконструировать систему текущего ремонта с использованием оптимального количества постов.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики корректирования расчетного числа постов ТР с учетом неравномерности поступления автомобилей, позволяющей: - минимизировать сумму затрат от простоя автомобилей в зоне ТР и затрат от простоя постов ТР: - обоснованно распределять нагрузку на подвижный состав в АТП с учетом заданных условий эксплуатации и определять приоритеты при постановке машин на ремонтные работы.

Результаты:

разработанные математическая модель и методика оптимизации объемов ТР позволяют выполнять функциональный анализ закономерностей, действующих при реализации процессов технического сервиса с использованием диагностической системы условий эксплуатации и изменения технического состояния подвижного состава;

предлагаемая расчетная методика позволяет реализовать принцип индивидуального подхода к оценке условий эксплуатации и изменения технического состояния подвижного состава и использовать выявленные ранее закономерности для повышения эффективности всей системы ТР в АТП

Ключевые слова: посты текущего ремонта, система массового обслуживания.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Существенную долю затрат в себестоимости автоперевозок составляют затраты на поддержание работоспособности подвижного состава. При работе автомобилей постоянно меняются интенсивность их использования и условия эксплуатации. Соответственно варьирует поток отказов автомобилей, который влияет на неравномерность загрузки постов текущего ремонта (ТР) и вызывает как простои автомобилей в одно время, так и простои постов в другой период. Существующие методы расчета числа постов ТР недостаточно учитывают неравномерность потока требований. Вариация потока связывается только с числом автомобилей, а число постов рассчитывается без учета затрат от их простоя. Следовательно, необходимо совершенствовать методику технологического расчета с учетом вышесказанного. Для того чтобы решить эту задачу необходимо знать закономерности формирования потока отказов автомобилей с учетом вариации основных влияющих факторов. Совершенствование организации системы текущего ремонта связано с большими затратами времени и ресурсов, поскольку требует построения различных организационных структур и схем. По этой причине реализация натурного эксперимента в условиях автотранспортного предприятия затруднительна. Поэтому оптимизацию различных организационных стратегий целесообразно выполнять с использованием различных методов моделирования.

Анализ исследований и публикаций. Существующие формы и методы организации текущего ремонта и технического обслуживания, используемые на автотранспортных предприятиях, не в полной мере соответствуют современным требованиям. В частности, развитие технического прогресса, вместе с этим ремонтно-обслуживающих объектов, выдвигает ряд проблем, связанных с рациональным использованием оборудования АТП, производственных ресурсов и безопасности труда

Учету условий эксплуатации при планировании ремонта и обслуживания автотранспорта посвящены работы Ю.А. Монастырского, Е.С. Кузнецова, Р.Х. Хасанова, Н.Я. Говорущенко, Г.М. Напольского, Л.Г. Резника, А.Г. Сергеева, В.А. Бондаренко, А.П. Болдина, Н.С. Захарова И.Н. Аринина, М.М. Болбас, А.П. Дунаева, Ф.Н. Авдоськина, И.Н. Аринина, Б.Д. Прудовского, В.П. Воронова, И.Б. Гурвич, И.Е. Дюмина, Б. С. Клейнера. Значительный вклад в разработку технологии ТР внесли В.Н. Хабардин, Ю.Ф. Бойко, В.А. Зеленин, С.П. Озорнин, А.М. Плаксин, Н.М. Хмелевой, Л.В. Сегал.

Однако анализ перечисленных работ показал, что до настоящего времени нет экономически обоснованных рекомендаций по методике расчета количества постов текущего ремонта, их рациональной специализации, типизации вариантов организации постовых работ, удовлетворяющих потребностям автотранспортных предприятий различной мощности и структуры.

Постановка задачи. Для повышения эффективности выполнения процессов текущего ремонта необходимо:

разработать научно-обоснованные методологические принципы и подходы к формированию системы текущего ремонта автомобилей в условиях принятия оперативных решений в АТП с изменяющейся численностью подвижного состава;

выявить факторы, влияющие на число постов зоны ТР в условиях неравномерности потока отказов;

установить закономерности возникновения и формирования потоков отказов автомобилей;

разработать методику, позволяющую обоснованно определять систему проведения ТР автомобилей с учетом специфики их эксплуатационных показателей,

разработать практические рекомендации для АТП, позволяющие сократить затраты в эксплуатации за счет оптимизации системы текущего ремонта.

Изложение материала и результаты. Расчеты производственной программы АТП дают возможность получить исходные данные для определения необходимого количества постов текущего ремонта и ремонтников, которые будут реализовывать эту программу. Для их определения обычно используют детерминированные методы. Однако, применение полученных этими методами результатов расчетов на практике ведет к большим потерям, которые несет АТП из-за того, что практически все процессы текущего ремонта имеют случайный характер. Потребность в текущем ремонте возникает в случайные моменты времени, которые преждевременно не планируются. Объемы работ текущего ремонта изменяются в очень широких пре-

делах – от замены одной до нескольких десятков деталей или агрегатов. Поэтому длительность выполнения текущего ремонта и пребывания автомобиля на посту текущего ремонта есть величина случайная.

Из-за случайного характера указанных величин в АТП могут появляться в одних случаях очереди автомобилей, которым требуется ремонт, а в других – могут быть простои постов текущего ремонта. Из-за этого снижается эффективность работы автомобилей или всей производственно-технической базы, на которой выполняется текущий ремонт. Полностью эти явления исключить нельзя. Однако, если количество постов текущего ремонта выбрано неправильно, негативные последствия очень ощутимы. С увеличением количества постов текущего ремонта проявляются две противоположные тенденции. С одной стороны, сокращаются простои автомобилей в ожидании ремонта, а с другой – уменьшается загрузка постов текущего ремонта и снижается эффективность работы зоны ТР.

Главная характеристика входящего потока - его основной параметр $\lambda(t)$ или интенсивность потока требований в системе. Параметр потока требований определяет среднее количество заявок на обслуживание, поступающих в единицу времени. Он связан со средним промежутком времени $\tau(t)$ между двумя очередными обслуживаниями в момент времени t следующим соотношением:

$$\lambda(t) = \frac{1}{\tau(t)}. \quad (1)$$

В стационарных потоках требований, режим которых постоянен во времени, $\lambda(t) = \lambda$, $\tau(t) = \tau$ и тогда

$$\lambda = \frac{1}{\tau}. \quad (2)$$

Другое основное понятие теории массового обслуживания - время обслуживания, величина, характеризующая затраты времени обслуживающими аппаратами, например постами текущего ремонта, на обслуживание поступившей заявки. В связи с тем, что по ряду причин время обслуживания не является детерминированным, а изменяется от одного требования к другому, время обслуживания рассматривается как величина случайная. При решении задач массового обслуживания важно знать, по какому закону распределяется случайное время обслуживания.

Главная характеристика времени обслуживания – интенсивность обслуживания μ или среднее число обслуживаний в единицу времени. Интенсивность обслуживания связана со средними затратами времени на одно обслуживание t_o следующей зависимостью

$$\mu = \frac{1}{t_o}. \quad (3)$$

Абсолютными значениями величин λ и μ обычно пользуются применительно к разомкнутым системам массового обслуживания. Для решения задач применительно к замкнутым системам обычно применяют удельные параметры: интенсивность заявок, исходящих не от всего источника требований, например парка автомобилей, а от одного обслуживаемого элемента, например автомобиля λ' , и интенсивность обслуживания одним аппаратом, например постом текущего ремонта μ' .

Для определения основных параметров замкнутой системы массового обслуживания при всех практически возможных значениях количества обслуживаемых элементов m , удобнее использовать следующие формулы

$$P_o = \left[\sum_{n=1}^l A_n \right]^{-1}; \quad (4)$$

$$\bar{v} = P_o \sum_{n=S+1}^l (n-S) A_n; \quad (5)$$

$$\bar{\rho} = P_o \sum_{n=0}^{S-1} (S-n) A_n, \quad (6)$$

где $A_n = A_{n-1} \cdot K$; $K = \{(m-n+1) \cdot \psi; n < S\}$; $A_o = 1$; $K = \{(m-n+1) \cdot \psi; S; n > S\}$; l – минимальное значение n , при котором $A_n < 0,00001$; n – номер состояния системы массового обслуживания

(количество требований в системе – в накопителе и в узле обслуживания); m – количество обслуживаемых элементов в источнике требований; S – число обслуживающих аппаратов; $\psi = \lambda' / \mu'$ – загрузка системы массового обслуживания; λ' – интенсивность заявок, которые поступают от одного обслуживаемого элемента; μ' – интенсивность обслуживания одним обслуживающим аппаратом; P_0 – вероятность того, что все обслуживающие аппараты узла обслуживания свободны; v – средняя длина очереди в накопителе; ρ – среднее количество свободных обслуживающих аппаратов (постов ТР).

Коэффициент загрузки системы $\psi = \lambda' / \mu'$ для условий АТП можно рассчитать по формуле

$$\psi = \frac{L_p \cdot t_T}{1000 \cdot A_{cn} \cdot D_p \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot n_{роб} \cdot \eta_{рч}}, \quad (7)$$

где L_p – годовой пробег всех автомобилей в АТП; t_T – средневзвешенная нормативная трудоёмкость конкретного вида работ ТР в чел.-час. (универсальных – разборочно-сборочных работ; специализированных – замена двигателя, мостов и т.п.); A_{cn} – количество по списку подвижного состава АТП; D_p – количество рабочих дней постов ТР; $n_{зм}$ – количество смен работы постов ТР; $t_{зм}$ – продолжительность смены работы постов ТР в часах; $n_{роб}$ – среднее количество работников на одном посту ТР; $\eta_{рч}$ – коэффициент использования рабочего времени поста.

$$L_p = \sum_{i=1}^k L_{pi}, \quad (8)$$

где L_{pi} – годовой пробег всех АТС i -ой модели; k – количество моделей автомобилей в АТП.

$$L_{pi} = \frac{A_{cni} \cdot D_{pi}}{\frac{1}{l_{oi}} + \frac{d_{ki}}{l_{ki}} + \frac{d_{TOi}}{1000}}, \quad (9)$$

где A_{cni} – списочный состав автомобилей АТП i -ой модели; D_{pi} – количество дней работы на линии i -ой модели АТС в АТП; l_{oi} – средний суточный пробег i -ой модели АТС; d_{ki} – количество дней простоя АТС i -ой модели в капитальном ремонте; l_{ki} – пробег i -ой модели АТС до капитального ремонта, км; d_{TOi} – простои в ТО и ТР автомобилей i -ой модели, дни/1000 км пробега

$$t_T = \frac{\sum_{i=1}^k t_{Ti} \cdot A_{cni}}{A_{cn}}, \quad (10)$$

где t_{Ti} – скорректированный норматив трудоёмкости конкретного вида работ ТР i -ой модели АТС в чел.-час. (для универсальных постов – скорректированный норматив трудоёмкости разборочно-сборочных работ; для специализированных – скорректированный норматив трудоёмкости замены двигателя, мостов и т.п.).

Для решения задания оптимизации необходимо задавать количество обслуживающих аппаратов S , начиная с минимального значения, необходимого для выполнения производственной программы. Если значение S будет меньше, чем минимально необходимая величина, то коэффициент загрузки системы будет больше единицы и система не будет справляться с производственной программой, т.е. – очередь непрерывно увеличивается, приближаясь к значениям $m \cdot S$.

Для каждого заданного значения S необходимо рассчитать среднюю длину очереди АТС в ожидании ТР – v и среднее количество свободных обслуживающих аппаратов (постов ТР) – ρ .

Критерий оптимальности для каждого заданного значения количества постов определяется по формуле

$$U = C_1 \cdot \bar{v} + C_2 \cdot \bar{\rho}, \quad (11)$$

где C_1 – потери, которые несет АТП от простоев АТС в ожидании ремонта за смену; C_2 – потери, которые несет АТП от простоев одного поста ТР за смену.

Потери от простоев АТС в ожидании ремонта могут складываться из ряда показателей. Рекомендуется учитывать потери, которые обусловлены невыполненной транспортной работой и заработной платой водителя, которую он получает за невыполненную транспортную работу.

Потери от простоев постов, которые не заняты работой, также могут складываться из ряда показателей. Сюда относятся: приведенные затраты на строительство и на оснащение поста;

плата за помещение, в котором размещен пост, отопление, освещение, вентиляция, плата за землю; амортизационные отчисления на обновление оборудования поста, приведенные к одной смене; заработная плата слесарей за невыполненную работу при вынужденном простое за смену.

Для расчета минимально необходимого количества постов текущего ремонта, расчета показателей системы массового обслуживания, моделирования пробегов автомобилей, моментов возникновения потребности в текущем ремонте, трудоёмкости текущего ремонта и продолжительности его выполнения используют программу ZSMO.EXE (zsmo.bas).

Выводы и направление дальнейших исследований. С использованием разработанной методики моделирования программа рассчитывает коэффициент загрузки системы массового обслуживания и определяет минимально необходимое количество постов текущего ремонта. Программа определяет среднюю длину очереди автомобилей, которые ожидают ремонта, и среднее количество свободных постов для разных вариантов их количества, начиная с определения минимально необходимого количества. Программа рассчитывает потери от простоев автомобилей, от простоев постов и суммарные потери. Результаты расчетов оформляются в таблице и графической зависимостью $U=f(S)$ (рис. 1).

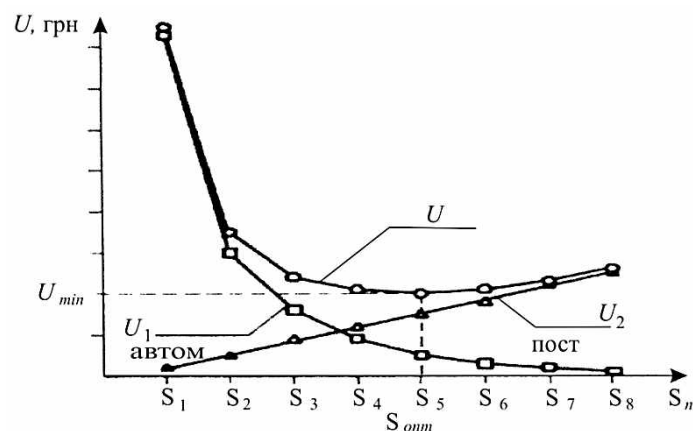


Рис. 1. Зависимость суммарных потерь от количества постов (определение оптимального количества постов $S_{\text{опт}}$)

Все это в совокупности дает возможность определять оптимальные трудозатраты на ТР, позволяющие повысить эксплуатационную надежность автомобилей.

Список литературы

1. **Верхорубов В.В.** Статистическое исследование закономерностей простоя автобусов в ремонте / **В. В. Верхорубов** // Вузовская наука – региону: Материалы пятой всероссийской научно-технической конференции. В 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – Т.1. – С. 16-19.
2. **Бердников И.Е.** Особенности организации процесса мониторинга технического состояния технологических и транспортных машин / **И.Е. Бердников, С.П. Озорнин** // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XIV Международная научно-практическая конференция: сб. ст. [в 3ч.] Часть III/ Забайкал. гос. ун-т. –Чита, 2014. –317 с. С 125-131.
3. **Булгаков Н.Ф.** Управление качеством профилактики АТС. Моделирование и оптимизация / **Н.Ф. Булгаков, Ц.Ц. Бурхив.**// –Красноярск : КГТУ, 2002. –164 с.
4. **Ершов Д. Ю.** Техническое диагностирование и методы контроля механических узлов в машиностроении / **Д. Ю. Ершов** // Молодой ученый. –2013. –№4. –С. 62-64.
5. **Зорин В.А.** Основы работоспособности технических систем : Учебник / **В.А. Зорин.**// –М. : Магистр-Пресс, 2005. –536 с.
6. **Кравченко В.А.** Обслуживание и ремонт автотранспортных средств / **В.А. Кравченко, Р.И. Бутков.**// –Зерноград : Азово-Черномор. инжен. ин-т, 2015. –339 с.
7. **Кузнецов Е.С.** Управление техническими системами Учеб. пособие / **Е.С. Кузнецов.**//–М.: МАДИ (ГТУ), 2003. –247 с.
8. **Кутузов В.В.** Повышение эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин с учетом изменения их технического состояния : дис. кандидата технич. наук / **В.В. Кутузов.**// –Могилев, 2012. –225 с.
9. **Макарова А.Н.** Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей: дис. канд. техн. наук / **А.Н. Макарова.**// –Тюмень, 2015. – 208 с
10. **Озорнин С.П.** Основы работоспособности технических систем: Учеб. пособие / **С.П. Озорнин.**// –Чита : ЗабГУ, 2012. –133 с.

11. **Захаров Н.С.** Использование ТР-распределения при моделировании процессов изменения качества автомобилей / **Захаров Н.С.** // Известия вузов. Нефть и газ. 1999. - №3. - С. 105-111.
12. **Чебоксаров А. Н.** Совершенствование технических средств диагностирования двигателей силовых установок и гидроагрегатов дорожно-строительных машин : Дис. канд. техн. наук :от 05.05.04 / **А.Н. Чебоксаров.** // – Омск, 2011. –173 с.
13. **Ящура А.И.** Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования : Справочник / **А.И. Ящура.** // –М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. –360 с.
14. **Latino M.A.** BehavioralBasedReliability [Электронный ресурс] / **M.A. Latino**// 2000 MachineryReliabilityConference. –Электронные текстовые данные. –2000. –April. –Режим доступа: <http://reliability.com/industry/articles/article36.pdf>
15. **Бусыгин, Е.Н.** Использование сетевых графиков при планировании, подготовке и организации проведения ремонтов / **Е.Н. Бусыгин, А.В. Напольских, А.Л. Блеч, А.Н. Рыбаков, Ю.Ю. Ушаков**// Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сборник докладов X междунар. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В.Р. Кубачека»/УГГУ.–Екатеринбург, 2012.–С. 358-362.
16. **Андреева Л. И.** Оценка факторов, влияющих на эксплуатационные показатели карьерного автотранспорта /**Л. И. Андреева, Ю.Ю. Ушаков**// Мир дорог. Спецвыпуск. –2016.–С. 62-64.
17. **Пухов Е.В.** Анализ образования потоков вторичных ресурсов на протяжении жизненного цикла автомобиля / **Е.В. Пухов, А.Л. Тоцкий, В.К. Астанин, А.А. Измайлов** // Вестник Воронежского ГАУ, 2011. Вып. 4 (31). – С. 59 - 63.
18. **Озорнин С.П.** Технический сервис мобильных машин: Стратегия ситуационно-комбинированного обслуживания : монография / **С.П. Озорнин.** //– Чита: ЧитГУ, 2004. – 250 с.
19. **Озорнин С.П.** Совершенствование организации мониторинга изменений технического состояния машин в эксплуатации : сб. научн. тр. / **С.П. Озорнин, И.Е. Бердников** // Вестник ЗабГУ – Чита, 2014. – Вып. 111. – С. 64-69
20. **Макарова А.Н.** Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей: дис. канд. техн. наук / **А.Н. Макарова.** //– Тюмень, 2015. – 208 с.
21. **Верхорубов, В. В.** К вопросу о разработке имитационной модели функционирования зоны текущего ремонта автотранспортного предприятия / **В.В. Верхорубов** // Молодые исследователи регионам: - Материалы всероссийской научной конференции студентов и аспирантов. В 2-х т. —Вологда: ВоГТУ, 2007 с. 260-262.

Рукопись поступила в редакцию 15.10.2020

УДК 621.9.022.1

А.О. РЯЗАНЦЕВ, В.І. КЛЯЦЬКИЙ, кандидати техн. наук, доценти, Л.А. БУГАЙ, ст. викладач Криворізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИХ ХРОМИСТИХ ЧАВУНІВ

Мета. Метою даної роботи є аналіз методів та засобів зниження трудомісткості операцій механічної обробки деталей гірничого обладнання, що виготовлені з високохромистих зносостійких чавунів, а саме – визначення оптимальних режимів різання при найбільшому періоді стійкості ріжучої кромки при різних умовах обробки та обґрунтування геометричних параметрів ріжучого інструмента в умовах роботи з підвищеним навантаженням.

Методи дослідження. Були проведені дослідження стійкості змінних твердосплавних пластин з урахуванням різних факторів процесу різання. Результати роботи по оптимізації режимів різання, що застосовуються для обробки зносостійких чавунів отримані шляхом теоретичних і експериментальних досліджень. Теоретичні дослідження полягають у визначенні параметрів та шляхів оптимізації процесу механічної обробки. Експериментальні дослідження засновані на комплексному вивченні взаємозв'язку режимів різання, геометрії ріжучого інструменту з різними умовами обробки деталей шламових насосів.

Наукова новизна. У результаті проведених досліджень були отримані дані про стан параметрів якості обробленої поверхні заготовок, що виготовлені зі зносостійких чавунів при обробці збірними різцями з різними інструментальними матеріалами та державками. Виявлені оптимальні режими різання при найбільшому періоді стійкості ріжучої кромки для пластин із різних сплавів на різних проходах. Досліджено залежності режимів різання від застосовуваного ріжучого матеріалу та геометричних параметрів (зокрема головного куту в плані) різців.

Практичне значення. Зроблені дослідження дозволили з високою точністю визначити період стійкості різальних кромок змінних твердосплавних пластин і зробити їх порівняльний аналіз для раціонального використання часу і фінансових ресурсів. Зокрема встановлені раціональні режими різання та геометричні параметри різців.

Результати. Встановлено, що використання запропонованого ріжучого інструменту фірми «ZCC» дозволило скоротити трудомісткість механічної обробки деталей зі зносостійких хромистих чавунів майже в 2 рази. Збільшення показників зниження трудомісткості токарних операцій можливо при роботі другим супортом верстата. Обов'язковими умовами на чорнових та напівчистових операціях є використання різців головного куту в плані (φ)