

ТАГАНРОГСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.П. ЧЕХОВА (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РИНХ)»



*К 65-летию Таганрогского института имени А.П. Чехова*

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ**

**Материалы**  
IV-й Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

29 – 30 октября 2019 г.  
Таганрог, Россия

**Ростов-на-Дону  
2020**

УДК 004+371  
ББК 32.81+74044.3  
И74

**Рецензенты:**

кафедра информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ)  
(зав. кафедрой доктор техн. наук, профессор Ромм Я.Е.);  
кафедра математики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ)  
(зав. кафедрой канд. физ.-мат. наук, доцент Сидорякина В.В.);  
кафедра физической культуры Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ  
(РИНХ) (зав. кафедрой канд. пед. наук, доцент Кибенко Е.И.);  
кафедра теоретической, общей физики и технологии Таганрогского института имени  
А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ) (зав. кафедрой канд. тех. наук, доцент Кихтенко С.Н.).

**И74 Информационные и инновационные технологии в науке и образовании:** материалы IV-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Таганрог, 29–30 октября 2019 г. / отв. ред. С.С. Белоконова, Е.С. Арапина-Арапова. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2020. – 681 .  
– Режим доступа: <https://sites.google.com/view/tgpi-ffmi-iiito/o-конференции/сборник-материалов-конференции>

В книге публикуются научные статьи и материалы, представленные на IV-ю Всероссийскую научно-практическую конференцию «Информационные и инновационные технологии в науке и образовании (с международным участием)» её участниками: руководителями учреждений образования, преподавателями вузов и колледжей, учителями школ, педагогами дошкольных учреждений, учреждений дополнительного образования, магистрантами, студентами.

**Редакционная коллегия:**

С.С. Белоконова – заместитель декана факультета физики, математики, информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), доцент кафедры информатики, канд. техн. наук, доцент;  
Е.С. Арапина-Арапова – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ);  
В.В. Сидорякина – заведующая кафедрой математики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), канд. физ.-мат. наук, доцент;  
Е.И. Кибенко – заведующая кафедрой физической культуры Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), канд. пед. наук, доцент.

ISBN 978-5-7972-2702-1

© Коллектив авторов, 2020  
© РГЭУ (РИНХ), 2020

$$\frac{A}{l(t)} = h(T_c - T_n) + \frac{L\rho}{\lambda} \frac{d\xi(t)}{dt}$$

$$\frac{d\xi(t)}{dt} = \frac{\frac{A}{l(t)} - h(T_c - T_n)}{\frac{L\rho}{\lambda}} \quad (19)$$

Выражение (19) позволяет рассчитать  $\xi(t)$ , если известно  $l(t)$ .  
Получим уравнение для  $l(t)$ . Для этого (19) подставим в (17).

$$\frac{1}{3} \alpha A + \frac{1}{10} \frac{q}{c\rho} l^2(t) + \frac{1}{6} A l(t) \frac{\frac{A}{l(t)} - h(T_c - T_n)}{\frac{L\rho}{\lambda}} - \frac{1}{15} A \frac{dl(t)}{dt} l(t) = 0$$

$$\left(5\alpha + \frac{5\lambda A}{2\rho L}\right) \frac{1}{l(t)} + \frac{3}{2A} \frac{q}{c\rho} l(t) - \frac{5\lambda h(T_c - T_n)}{2\rho L} = \frac{dl(t)}{dt} \quad (20)$$

Уравнение (20) сводится к интегральному уравнению относительно  $l(t)$

$$l(t) = l_0 + \int_0^t \left\{ \left[ 5\alpha + \frac{5\lambda}{2\rho L} 2 \left( T_n - T_0 - \frac{q}{c\rho} (t + t_0) \right) \right] \frac{1}{l(t)} + \right.$$

$$\left. + \frac{3}{2 \cdot 2 \left( T_n - T_0 - \frac{q}{c\rho} (t + t_0) \right)} \frac{q}{c\rho} l(t) - \frac{5\lambda h(T_c - T_n)}{2\rho L} \right\} dt, \quad (21)$$

которое решается методом последовательных приближений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Канторович Л.В., Крылов В.И. Приближенные методы высшего анализа. М.: Физматгиз, 1962 - 695 с.
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1965. - 716 с.
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967 - 599 с.

Иванов В.П., Дудан А.В, Вигерина Т.В.  
Ivanov V.P., Dudan A.V., Vigerina T.V.

Полоцкий государственный университет  
Polotsk State University

#### ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА RESTORATION OF BENT SHAFTS FROM HIGH STRENGTH CAST IRON

##### Аннотация

Установлены доли коленчатых валов из высокопрочного чугуна, поступающих на ремонтные заводы и подлежащих восстановлению как шлифованием под ремонтные размеры, так и обработкой под номинальные размеры после соответствующего создания припусков. Научно обоснованы выбор и смена технологических баз при обработке резанием ремонтных заготовок коленчатых валов. Приведены меры по совершенствованию базирования восстанавливаемых деталей на всех ремонтных предприятиях, начиная с первого восстановления.

##### Abstract

Installed share crankshafts of nodular iron entering the repair factories and be restored as the grinding under repair sizes and processing under the nominal dimensions after creating the appropriate allowances. Evidence-based selection and change of the technological bases for machining crankshafts repair blanks. Results-based improvements in all parts of recoverable repair plants, starting with the first recovery.

##### Key words:

Crankshaft, restoration, technological base, cutting processing.

##### Ключевые слова

Коленчатый вал, восстановление, технологические базы, обработка резанием.

**Введение.** Основные причины неустойчивости, снижения объемов, падения качества продукции и уменьшения эффективности ремонтного производства состоят в приобретении по высокой цене новых импортных машин и организации ремонта техники на базе использования новых запасных частей. Направления ресурсосбережения ремонтного производства определяются анализом статей себестоимости продукции. Наибольшая ее доля приходится на приобретение запасных частей (20–30 %) и материалов (15–20 %), что связано с повышением их цены и уменьшением объемов восстановления деталей. Ремонт машин немыслим без восстановле-

ния деталей, своим существованием и становлением он обязан развитию индустриального восстановления деталей с полным использованием остаточной долговечности деталей ремонтного фонда. Этому способствуют выявление неразрушенных при разборке деталей ремонтного фонда и их использование без восстановительных воздействий [1], восстановление деталей, которые согласно нормативным документам подлежат замене новыми деталями, ограничение объемов нанесения восстановительных покрытий с полным использованием всех ремонтных размеров.

Коленчатый вал (КВ) – ресурсная деталь, достижение предельного состояния которой, как правило, совпадает с направлением двигателя в капитальный ремонт. Более половины КВ двигателей легковых автомобилей и части двигателей грузовых автомобилей изготовлены из отливок, материал которых – высокопрочный чугун.

**Состояние восстанавливаемых деталей.** В капитальный ремонт направляют преимущественно те двигатели, КВ которых существенно изношены и требуют трудоемкого восстановления. От 2 до 4 % КВ поступают в составе двигателей уже изломанными, а 1 % – с «подрезанными» галтелями. В ремонт поступают также двигатели, износ КВ у которых инструментальными измерениями практически не ощущается (около 4 %). Для таких валов достаточно лишь полирование шеек.

Основными причинами выбраковки КВ являются наличие на шейках недопустимых по месту расположения, направлению и размерам трещин (19 %) и повышенные прогибы (7 %).

Наиболее распространенное повреждение КВ – естественный износ шеек, среднее значение которого находится в пределах 30–90 мкм, а максимальное не превышает 200 мкм. Наибольшее значение износа наблюдается на валах после схватывания шеек со вкладышами (аварийное изнашивание). Как правило, коренные шейки изнашиваются интенсивнее шатунных в 1,3–1,5 раза. Больше изношены задние коренные шейки и передние шатунные шейки. 70–75 % валов вышли из ремонтных размеров и требуют наплавки.

Недопустимую несоосность коренных шеек имеют 5–10 % валов. Средняя несоосность коренных шеек находится в пределах 0,03–0,05 мм. Предельная несоосность шеек обусловлена их заклиниванием в шатунных или коренных подшипниках. При схватывании валов в подшипниках наблюдаются цвета побежалости, что свидетельствует о снижении твердости поверхностного слоя. Если не выполнять упрочняющую обработку, то валы с такими шейками в будущем после обработки под ремонтные размеры повторно претерпят схватывание с заданием. Валы, которые претерпели указанные явления, требуют шлифования через два-три ремонтных размера или более радикальных воздействий. При этом нанесения покрытий или установки дополнительных ремонтных деталей (ДРД) на одну шейку требуют 78 % всех валов, 22 % – двух шеек и 0,4 % – валов 3–5 шеек.

При наличии возможности обработки шеек валов под ремонтные размеры их шлифуют с восстановлением расположения, формы и размеров элементов и шероховатости поверхностей. Возможно их упрочнение закалкой токами высокой частоты. Отмечено [2], что шлифование шеек валов под последний ремонтный размер приводит к почти двукратному уменьшению износостойкости шеек, так как при шлифовании с рабочей поверхности вала удаляется большая часть закаленного слоя.

Изношенные валы с коренными и шатунными шейками, ранее шлифованными под последний ремонтный размер, но пригодные для восстановления с созданием припусков и обработкой под номинальные размеры шеек, составляют 45–55 %. При этом используют наплавку (дуговую, плазменную, индукционную и др.), напыление (дуговое, газопламенное, плазменное и др.), электроконтактную приварку (стальной ленты, порошков и др.), припекание (термодиффузионное, термосиловое и др.) и установку ДРД в виде полуколец.

**Процесс восстановления КВ,** рекомендованный настоящими исследованиями, включает следующие операции: термическая; моечная; дефектовочная; слесарная; правильная; дробеструйная обработка; напыление; слесарная; шлифовальная; балансировочная; полировальная; очистка от технологических загрязнений; контрольная [3].

При восстановлении КВ, шейки которых исчерпали ремонтные размеры, использовали плазменное напыление смесью порошков [4]: самофлюсующегося ПГ-10Н-01 (50 %), железного ПЖ-5М (30 %), медного ПМС-1 (10 %) и никель-алюминиевого ПТ-НА-01 (10 %). Режим напыления: сила тока 325 А, расход плазмообразующего газа (азота) 25 л/мин, расстояние от напыляемой поверхности до сопла 150 мм, гранулометрический состав порошка 100–160 мкм, диаметр сопла плазменной горелки 5,5 мм. Использовали установку УПУ-3Д и технологический вращатель.

**Обоснование выбора технологических баз при обработке ремонтных заготовок резанием.** При восстановлении деталей требования к размерам шеек и биению поверхностей в основном обеспечиваются, однако остальные параметры расположения выдерживаются частично. Этот недостаток может быть устранен обоснованным выбором технологических баз при обработке резанием восстанавливаемых элементов, который повышает геометрическую точность расположения элементов деталей и производительность обработки, а также влияет на сложность приспособлений.

На основании использования метода графов множество основных поверхностей КВ, участвующих в базировании и обработке, и их отношения можно представить в виде матрицы. С учетом направленности отношений пар поверхностей, графы могут быть упорядочены разбиением их на слои путем выделения вершин, не имеющих предков, по методике А. Кофмана и Г. Дебазея [5].

На основании полученных результатов рекомендуется обработку резанием ремонтной заготовки КВ следует начинать, используя в качестве баз неизнашиваемые и необрабатываемые при ремонте поверхности двух конических поверхностей центровых отверстий, связанные с пятью опорными точками неподвижных

центров станка. У заготовки остается одна степень свободы – возможность поворота вокруг оси опорных конусов. Далее при шлифовании шатунных шеек в качестве технологических баз используют поверхности крайних коренных шеек (двойная направляющая база), упорный торец первой коренной шейки (опорная база) и боковая поверхность шпоночного паза под распределительную шестерню (опорная база). На шейку под распределительную шестерню устанавливают угловой делитель, который ориентируют призматической шпонкой. Такие схемы базирования должны применяться на всех предприятиях, которые обрабатывают КВ под ремонтные размеры или после нанесения покрытий или установки ДРД – под номинальные размеры.

**Обоснование возможности обработки шеек КВ под очередной ремонтный размер** без пропуска промежуточных ремонтных размеров способствует полному использованию остаточной долговечности детали, заложеной при ее изготовлении.

Восстановление КВ включает обработку резанием (шлифованием и полированием) их коренных и шатунных шеек под номинальный или ремонтные размеры. Доля КВ, восстанавливаемых с нанесением покрытий или установкой ДРД, чрезмерно большая и достигает 80 %, т.е. завышена в два раза. Техническая документация предусматривает для КВ двигателей разных марок от двух до шести ремонтных размеров их шеек. Использование всех ремонтных размеров шеек валов должно обеспечить нормативную амортизационную наработку двигателей с полным использованием долговечности деталей и наименьшим расходом производственных ресурсов (финансовых и энергетических). Однако практика показывает, что заготовки в ряде случаев шлифуют через один или несколько ремонтных размеров, при исчерпании которых требуется трудоемкое восстановление деталей. Причинами этого являются:

- недопустимая несоосность коренных шеек валов;
- различные схемы базирования заготовок на разных ремонтных предприятиях;
- стремление рабочих получить большую зарплату за счет увеличения объема восстановительных работ;
- необеспеченность сборочных рабочих мест сопрягаемыми комплектующими деталями (вкладышами коренных и шатунных подшипников) необходимых ремонтных размеров.

Исследования проводились на КВ ремонтного фонда двигателей ЗМЗ-53 при их установке на станки 3А423, ХШ2-01 и ХШ2-16. Станок 3А423 оснащен односторонним приводом заготовки со стороны ее носка, а станки ХШ2-01 и ХШ2-16 – двухсторонним приводом заготовки со стороны обоих концов заготовки.

Жесткие центросместители были выставлены на станках с минимальной погрешностью из расчета получения нормативного значения радиуса кривошипа  $R = 40 \pm 0,05$  мм. Этот радиус при наладке станков контролируют на обработанной детали цеховыми измерительными средствами [3].

Коленчатые валы перед установкой на станок предварительно правили на гидравлическом прессе. С помощью рычажно-зубчатой головки ИЧ-10 в штативе, установленного на столе станка, измеряли смещение осей коренных или шатунных шеек КВ, установленных на станке, относительно оси вращения шпинделя станка. Это смещение является результатом погрешностей формы шейки и ее расположения относительно оси вращения детали в двигателе. Погрешность формы шейки образовалась из-за ее изнашивания, а погрешность расположения – по причине неудовлетворительного базирования заготовки во время предыдущего восстановления и деформирования детали при ее эксплуатации. Из измерений, проведенных на каждой заготовке, учитывалось наибольшее значение параметра. Необходимый припуск  $Z$  на шлифование шеек на сторону рассчитывают по формуле В.И. Кована [7]

$$Z = \sum_1^n \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{p_{i-1}}^2 + \Delta_{\phi_{i-1}}^2 + \delta_{\sigma_i}^2 + \delta_{z_i}^2 + \delta_{пр_i}^2} \right), \quad (1)$$

где  $i = 1 \dots n$  – операции обработки;  $Rz_{i-1}$  и  $h_{i-1}$  – высота неровностей профиля и глубина поврежденного слоя на предшествующем (-ей) переходе (операции), мм;  $\Delta_{p_{i-1}}$  и  $\Delta_{\phi_{i-1}}$  – отклонения расположения и формы обрабатываемой поверхности на предшествующем (-ей) переходе (операции), мм;  $\delta_{\sigma_i}$  и  $\delta_{z_i}$  – погрешности базирования и закрепления заготовки на выполняемом (-ой) переходе (операции), мм;  $\Delta\delta_{пр_i}$  – погрешность приспособления, мм.

Угол  $\alpha$  между направлением наибольшего смещения и плоскостью кривошипа при установке вала в секторе значений  $0-90^\circ$ ,  $90-180^\circ$ ,  $180-270^\circ$  и  $270-360^\circ$  определялся глазомерно.

В результате шлифования изношенной шейки вала диаметром  $d_{из}$  ее центр естественно совмещается с осью вращения шпинделя станка. При надлежащем базировании заготовки восстанавливаются нормативные радиус и угловое расположение кривошипа (рисунок 1). Для снятия стружки по всей длине окружности шлифуемой шейки при достижении ближайшего ремонтного размера  $d_p$  необходимо, чтобы контур сечения обработанной шейки был вписан в контур сечения изношенной шейки вала. Этому требованию удовлетворяет условие

$$d_{из} - d_p = 2\Delta, \quad (2)$$

где  $\Delta$  – геометрическая сумма отклонений расположения и формы обрабатываемой поверхности, мм.

Таким образом, если  $2\Delta \leq \text{РИ}$  (здесь РИ – ремонтный интервал, для КВ двигателя ЗМЗ-53 равен 0,25 мм), то вал можно обработать под очередной ремонтный размер. Учитывают наибольшее значение  $\Delta$  из всех шеек,

потому, что по этой шейке будет принято решение о выборе ремонтного размера всех шеек (коренных или шатунных) вала.

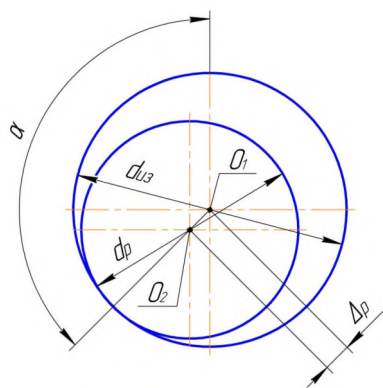


Рисунок 1 – Схема расположения контура шатунной шейки вала диаметром  $d_p$  после обработки с центром  $O_2$ , совпадающем с осью вращения шпинделя станка, в контуре изношенной шейки диаметром  $d_{из}$  с центром  $O_1$

При расчете толщины восстановительного покрытия необходимо к припуску на обработку на сторону, рассчитанному по формуле (1), добавить расстояние  $a$  от поверхности шейки, обработанной под номинальный размер, до изношенной поверхности, на которую наносят покрытие

$$a = \frac{d_n - d_{из}}{2}, \quad (3)$$

где  $d_n$  – номинальный диаметр шейки вала, мм.

Исследования включали измерения отклонений и расчет погрешностей при обработке ремонтных заготовок КВ резанием, статистическую обработку результатов и их анализ.

Шероховатость поверхностей шеек, которые не претерпели задиров и схватывания, не превышает  $Rz$  1,6–2,5 мкм. Поврежденный слой на поверхностях шеек после нормальной эксплуатации не обнаружен ( $h = 0$ ). Погрешности базирования равны нулю по причине совмещения измерительных баз с технологическими, а погрешности закрепления заготовки практически не ощутимы из-за незначительного деформирования опор и материала заготовки в месте контакта с опорами. Погрешности приспособления присутствуют, но путем трудоемких наладочных работ их приводят к минимальному значению, которое находится в пределах ошибки применяемых средств измерений. Таким образом, основное влияние на расчетный припуск при обработке резанием оказывают отклонения расположения и формы обрабатываемой поверхности, определяемые экспериментально. Не рассматривались валы, претерпевшие схватывание шеек со вкладышами.

Среднестатистическое смещение оси коренных шеек относительно оси вращения шпинделя станка составляет 0,049 мм, а шатунных шеек – 0,112 мм. Превышение смещения центра шатунных шеек от допустимого значения в два раза приводит к росту дисбаланса и динамических нагрузок в 1,6–2,2 раза и снижению ресурса двигателя на 30 % из-за нарушения рабочего цикла, при этом снижается его топливная экономичность. Если смотреть на КВ со стороны носка и следить за распределением смещения осей средних коренных шеек различных валов относительно оси шпинделя станка, то окажется, что следы осей равномерно распределены по угловым секторам. Оси шатунных шеек преимущественно смещены вдоль радиуса кривошипа, что обусловлено жесткой конструкцией центровместителей и возможностью регулирования углового положения заготовки при ее базировании.

Вероятность обработки коренных шеек под очередной ремонтный размер (без пропуска ремонтного размера) близка к единице. Значение этого параметра для шатунных шеек составляет 0,21. Следовательно, необходимы отдельные подходы к восстановлению коренных и шатунных шеек. Коренные шейки, хотя и больше изношены, но имеют меньшие отклонения расположения. Они лучше поддаются шлифованию под очередной ремонтный размер и требуют меньшего объема нанесения покрытий. При восстановлении шатунных шеек КВ получают как нормативный диаметр шеек, так и нормативное расположение шатунных шеек по радиусу и углу кривошипов. Требование обеспечивает зажигание рабочей смеси в цилиндрах двигателя через равные промежутки времени и меньшую вибрацию работающего двигателя.

При первом заводском восстановлении детали (после ее шлифования в мастерских) сначала возвращают ось шатунных шеек в положение, соответствующее нормативным значениям радиуса и угла кривошипа, т.е. исправляют брак базирования на предыдущих восстановлении, а затем достигают размера, соответствующего очередному ремонтному размеру. Однообразные схемы базирования восстанавливаемой детали на всех ремонтных предприятиях обеспечат большую долю валов, обработанных под очередной ремонтный размер шеек.

Измерение твердости материала шеек валов номинального и ремонтных размеров не выявили значимой разницы ее значений. Износостойкость восстановленных шеек как одно из основных эксплуатационных свойств детали может быть существенно повышена химико-термической обработкой и (или) закалкой. В по-

следнее время внимание исследователей привлечено к применению в ремонте производств азотирования и карбонитрации поверхности шеек [8], которые обеспечивают значимый прирост долговечности деталей.

**Заключение.** Около 75 % КВ из высокопрочного чугуна, поступающих на ремонтные заводы, подлежат восстановлению, а половина из них может быть восстановлена только шлифованием под ремонтные размеры. Смещения осей средних коренных шеек меньше смещения осей шатунных шеек от допустимых значений. Научно обоснован выбор и смена технологических баз при обработке резанием ремонтных заготовок КВ. Коренные шейки при каждом восстановлении детали могут шлифоваться под очередной ремонтный размер. Если принять меры по совершенствованию базирования заготовок на всех ремонтных предприятиях, начиная с первого восстановления детали, то шлифование и шатунных шеек будет возможно под очередной ремонтный размер. Внедрение результатов работы в производство позволит уменьшить в 2–4 раза объем работ по нанесению восстановительных покрытий (наплавкой или напылением) или использованию ДРД.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, В.П. Сбережение остаточной долговечности деталей при ремонте машин / В.П. Иванов В.П., А.А. Мерзлов // Вестник ПГУ: Прикладные науки. – 2005. – №. 6 – С. 173–176.
2. Усков, В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей / В.П. Усков. – Брянск, 1998. – 589 с.
3. Устройство для измерения отклонения радиуса кривошипа коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания: пат. 19807 Республики Беларусь, МПК G01B 5/14 / В.П. Иванов, А.П. Кастрюк, Т.В. Вигерина, К.В. Черневич; Заявитель Полоцкий гос. ун-т.
4. Порошковый материал для напыления износостойких покрытий: пат. № 16657 Респ. Беларусь, МПК 23 С 4/04 / В.П. Иванов, Т.В. Вигерина, А.П. Кастрюк, О.П. Штемпель, В.А. Фруцкий; заявитель Полоц. гос. ун-т.
5. Кофман, А. Сетевые методы планирования / А. Кофман, Г. Дебазей. – М.: Прогресс, 1968. – 182 с.
6. Степанов, А.Г. Совершенствование восстановления коленчатых валов методом ремонтных размеров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / А.Г. Степанов; ВСХИЗО. – Балашиха, 1992. – 20 с.
7. Кован, В.И. Основы технологии машиностроения / В.И. Кован. – М.: Машгиз, 1959. – 494 с.
8. Школкин, Е.А. Повышение межремонтного ресурса чугунных коленчатых валов конструктивно-технологическими способами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Е.А. Школкин; Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. – Саранск, 2011. – 18 с.

**М.Б. Камалова, А.М. Нарзуллаева**  
**M.B. Kamalova, A.M. Narzullaeva**

**Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан**  
**Bukhara engineering-technological institute, Bukhara, Uzbekistan**

#### НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕНТОНИТОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫСОКОЦВЕТНЫХ СЫРЫХ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL BASES RESEARCH OF BENTONITES DURING PROCESSING OF HIGH-COLOR RAW COTTON OILS

##### Аннотация

В данной статье приведены следующие виды адсорбентов: отбельные глины, активированные угли и т.п. При этом исчезают микропоры, увеличивается число водородных связей на поверхности адсорбента, которые значительно обогащаются переходными порами (3-20 нм), необходимыми для очистки и осветления масляных, растворов, содержащих высокомолекулярные вещества.

##### Abstract

The following types of adsorbents are given in this article: bleaching clay, activated carbon, etc. In this case, micropores disappear, the number of hydrogen bonds on the surface of the adsorbent increases, which are significantly enriched in transition pores (3–20 nm), necessary for the purification and clarification of oil ones. solutions containing macromolecular substances.

##### Ключевые слова

Адсорбент, микропоры, вещества, структура, осветление, активация

##### Key words

Adsorbent, micropores, substances, structure, clarification, activation

В масложировой промышленности преимущественно используют следующие виды адсорбентов: отбельные глины, активированные угли и т.п. Причем, большинство из них применяются в активированной форме. На практике природные глины являются одним из главных источников получения адсорбентов. Причем, не все глины проявляют высокую адсорбционную активность в натуральной форме. Отбеливающая способность бентонитов при термической обработке повышается незначительно, что вероятно связано с присутствием в них значительного количества полоторных оксидов и др [1]. В качестве примесей природных глин сопутствуют карбонаты, сульфаты, оксиды, кварцы, опалы, кальциты, вещества органического происхождения и др. Причем, для каждого типа минерального адсорбента способы и режимы активации должны быть определены экспериментальным путём в зависимости от природы и состава адсорбента, а также, его назначения. Так, например, для