

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ХОНИНГОВАНИЯ ЗЕРКАЛА «ЦИЛИНДРОВ» ДИЗЕЛЕЙ ТМЗ-450, ТМЗ-520, ТМЗ-650

*Сафарова Л.Л.*

*Тулский государственный университет, г.Тула*

**Ключевые слова:** цилиндр, смазочно-охлаждающая жидкость, шероховатость.

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы хонингования ответственной детали «Цилиндр» для дизелей серии ТМЗ. Отмечается, что выбор смазочно-охлаждающей жидкости при хонинговании зеркала «Цилиндра» влияет на параметры шероховатости, заданной конструкторской документацией.

Повышение качества двигателей внутреннего сгорания сопровождается возрастающими требованиями к совершенствованию технологии их изготовления. Важная роль в решении задач технологического обеспечения качества деталей и изделий принадлежит финишным методам абразивно-алмазной обработки ответственных деталей дизелей. На АО «АК «Туламашзавод» производят высокопроизводительные дизели серии ТМЗ-450, ТМЗ-520, ТМЗ-650 [1].

Одним из требований конструкторской документации является нанесение смазочных микрокарманов методом хонингования на внутреннюю поверхность «Цилиндра» дизеля по заданным параметрам (рис. 1). В настоящее время выполнение этого требования трудноосуществимо.

«Цилиндр» дизеля серии ТМЗ выполнен из специального износостойкого чугунного сплава, химический состав которого представлен в таблице 1.

На АО «АК «Туламашзавод» хонингование «Цилиндров» осуществляется на станке с ЧПУ СС740В2 алмазными брусками. СОЖ является неотъемлемой частью данного процесса и требует высокого качества и правильно подобранного состава для достижения необходимого результата.

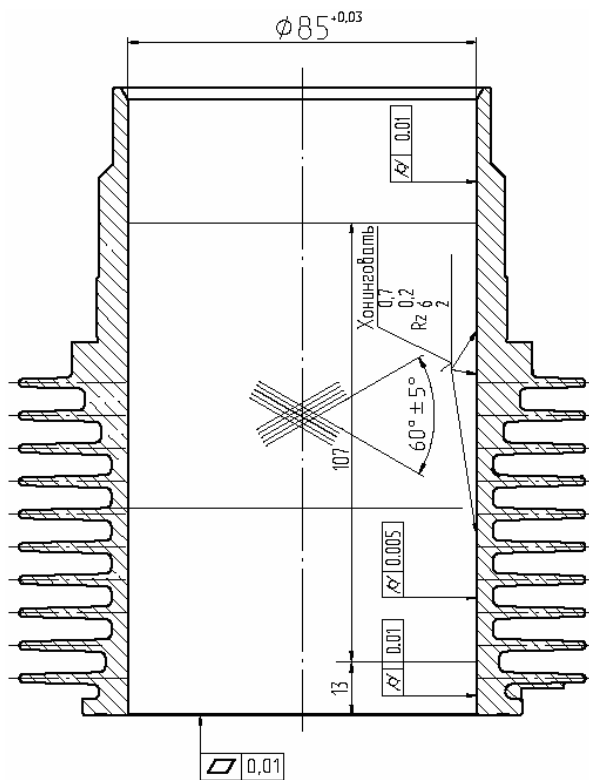


Рис. 1. Чертеж детали «Цилиндр»  
серии ТМЗ

Табл. 1. Химический состав материала

С	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
3...3,5%	0,5...0,9%	2,1...2,7%	0,3...0,6%	0,7...1,3%	0,1...0,6%	≤0,14%

Исследования, посвященные влиянию состава СОЖ на режущую способность алмазных и абразивных брусков при хонинговании, условно можно разделить на две группы. К первой группе относят работы, в которых в основе механизма действий СОЖ положены принципы определяющей роли механо-физико-химических явлений, протекающих в подбрусковом пространстве. Специфика хонингования заключается в создании условий реализации эффекта адсорбционного понижения прочности обрабатываемого материала.

И. Е. Фрагин предполагает, что наличие в керосине (наиболее распространенном составе СОЖ) поверхностно-активных веществ, служит причиной адсорбционного понижения прочности обрабатываемого металла и интенсификации его диспергирования. Рост режущей способности алмазного бруска при хонинговании происходит при введении в СОЖ хемосорбционно-активных присадок фосфора и хлора, синтетических жирных кислот, олеиновой кислоты [2].

Вторая группа исследований влияния состава СОЖ на процесс хонингования объединена мыслью об определяющей роли вязкости среды на основные показатели. Р. Розенбергером отмечается снижение съема металла при хонинговании с ростом вязкости керосино-масляной смеси. К аналогичным выводам приходит И. Е. Фрагин, исследовавший влияние состава керосино-масляной смеси на производительность и шероховатость обработанной поверхности при хонинговании. Анализ данных показал, что введение в состав СОЖ ПАВ – диспергаторов (олеиновой кислоты) не компенсирует «отрицательного» влияния вязкости на производительность хонингования. Повышение вязкости СОЖ обуславливает снижение снимаемого припуска, уменьшение шероховатости обработанной поверхности. Данные выводы нашли подтверждение в исследованиях А. А. Сагарды, И. Х. Чеповецкого, Н. И. Гораецкого, Matthes K. P., С. Н. Ковалева [2].

Попытки теоретически объяснить зависимость между вязкостью СОЖ и производительностью хонингования предприняты, базируясь на представлениях теории гидродинамической смазки, где рассматривается контакт «брусок – заготовка» как подшипник скольжения. Рост вязкости СОЖ в этом случае приводит к повышению давления в смазочном клине, а, следовательно, к понижению контактного давления, вызывающего уменьшение глубины внедрения абразивных зерен. Как показывает анализ предложенной Кайзером физической модели процессов, протекающих в контакте «брусок – заготовка» при скорости вращения хонинговальной головки ниже скорости, при которой образуется масляный клин, рост вязкости СОЖ способствует падению съема металла, что не укладывается в рамки гидродинамической теории. Влияние гидродинамических явлений в контакте «брусок – заготовка» при хонинговании на основные показатели процесса исследовано в нескольких работах. При хонинговании в подбрусковом пространстве происходит движение шлама (частиц металла и износа инструмента) и технологической среды, что оказывает влияние на давление в контакте [2].

Предложенная физическая модель процессов, протекающих в подбрусковом пространстве, имеет ряд недостатков:

– в контактной зоне происходит течение не СОЖ, а шлама (что не учитывается автором);

– изменение режимов обработки (скорости микрорезания, давления брусков) вызывает изменение объема микростружек в подбрусковом пространстве;

– отсутствует качественное и количественное объяснение влияния СОЖ на процесс засаливания брусков как одной из главных причин снижения съема металла при хонинговании [2].

Исходя из вышеизложенного, А. П. Бабичевым, Ю. Н. Полянчиковым, А. В. Славиним, В. М. Шумячерым, М. Ю. Полянчиковой, Л. В. Гусаковой предпринята попытка разработки феноменологической модели процессов, протекающих в подбрусковом пространстве с учетом влияний СОЖ. В основе разработанной феноменологической модели взаимодействия бруска и заготовки были использованы следующие положения:

– в процессе финишной абразивной обработки в поверхностном слое заготовки возникают знакопеременные напряжения, вызывающие развитие сети микротрещин;

– наличие ПАВ в зоне обработки интенсифицирует развитие адсорбционного эффекта понижения прочности обрабатываемого металла;

– в подбрусковом пространстве образуется коллоидная система, состоящая из СОЖ и продуктов диспергирования – система СПД [2].

Теоретически было показано, что при течении системы СПД в подбрусковом пространстве у поверхности абразивного бруска образуется слой шлама, имеющий нулевую скорость. В результате этого возникают условия для формирования на режущем профиле бруска слоя засаливания. Непрерывный процесс удаления припуска обеспечивается при постоянном отводе системы СПД из подбрускового пространства. Слой системы СПД, заторможенный у поверхности бруска, уменьшает величину зазора между инструментом и обрабатываемой поверхностью заготовки, ухудшает отвод шлама. Толщина слоя системы СПД у поверхности бруска регламентируется ее реологическими и структурно-механическими свойствами: предельным напряжением сдвига и пластической вязкостью [2].

Таким образом, был описан механизм засаливания брусков. Анализ феноменологической модели режущей способности бруска показывает, что увеличение скорости резания вызывает рост съема до определенного предела, по достижении которого производительность падает. Объясняется это увеличением концентрации дисперсной фазы в системе СПД, приводящей к повышению ее прочности как следствия коагуляционных процессов.

Вышеизложенные исследования позволили сделать нам важный практический вывод относительно выбора состава СОЖ для процесса хонингования. Показана необходимость введения в состав водных СОЖ для операций хонингования компонентов, регулирующих структурно-механические характеристики систем СПД. На этом основании разработан высокоэффективный состав синтетической СОЖ на водной основе взамен углеводородных (пожаро - и взрывоопасных) для операций хонингования.

Для хонингования «Цилиндров» на АО «АК «Туламашзавод» предложена синтетическая СОЖ на водной основе, в составе которой сбалансированная

композиция на основе минерального масла, ПАВ, ингибиторов коррозии, биоцида, а также специальных добавок и присадок, обеспечивающих рабочему раствору СОЖ высокие технологические и триботехнические свойства. Не имеет в своем составе нитрита натрия, серо - и хлорсодержащих компонентов. Внешний вид СОЖ - однородная жидкость коричневого цвета.

Физико-химические свойства данной СОЖ приведены в таблице 2.

Табл. 2. Физико-химические свойства СОЖ

Плотность при (20±5) °С, г/ см <sup>3</sup>	0,940 - 1,050
Вязкость кинематическая при 50°С, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	35 - 75
Массовая доля азота, %, не менее	не менее 2,0
Кислотное число, мг КОН/г	не более 15,0
Температура застывания, °С	- 3
Температура вспышки в открытом тигле, °С	134
Стабильность при хранении	от 0 до +35°С
Водородный показатель (рН) 3%-ной водной эмульсии (дист.), не менее	9,0
Резерв щелочности 3%-ной водной эмульсии (дист.), см <sup>3</sup> , не менее	30,0
Пенообразующая способность - объем пены через 30 секунд после окончания истечения, см <sup>3</sup> , не более	50

К достоинствам данной СОЖ относятся стабильность состава, создание антикоррозийной пленки на деталях станков, уменьшение шероховатости получаемых поверхностей, безвредность.

Шероховатость обработанной поверхности зависит от способности СОЖ образовывать на алмазных зернах пленки, препятствующие адгезионному взаимодействию фрикционной пары. Испытанные составы водных СОЖ: МХО62, НСК5У не предотвращают в полной мере налипание обрабатываемого металла на алмазное зерно (рис. 2 а, б).

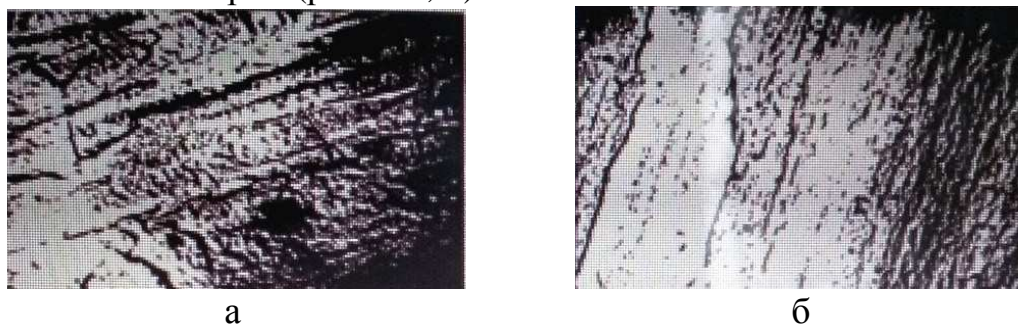


Рис. 2. Микрорельеф обработанной поверхности с использованием СОЖ МХО62 (а), НСК5У (б) [2]

Микрорельеф поверхности заготовки, полученной при работе с синтетической СОЖ «ИВНТИКС 1-12» на водной основе, отличается высокой однородностью (рис. 3). Четко прослеживаются следы микрорезания, отсутствуют наплывы металла. Поверхность алмазного зерна после работы с данными СОЖ остается чистой, без видимых следов адгезионного схватывания с обработанным материалом.



Рис. 3. Микрорельеф обработанной поверхности с использованием СОЖ «ИВНТИКС 1-12»

По итогам исследований для процесса хонингования деталей «Цилиндр» на АО «АК «Туламашзавод» была предложена СОЖ на водной основе «ИВНТИКС 1-12».

Для более качественного применения СОЖ были введены добавки:

- активспениватель ПК-3 (безводная композиция неионогенных ПАВ и кремний органической жидкости). Применяется в качестве пеногасителя;
- бакцид (бактерицидное средство). Используется для защиты от биопоражения бактериями и микроорганизмами вспомогательных жидкостей для нефтедобычи.

А также произведен расчет их необходимого количества активспенивателя ПК-3 – 0,2% от рабочего раствора и бакцида в количестве 0,3% от рабочего раствора СОЖ.

#### Список литературы

1. Производственное Объединение "ТУЛАМАШЗАВОД". [Электронный ресурс] URL: [www.tulamash.ru](http://www.tulamash.ru). Дата обращения. 25.11.2017.
2. Бабичев А.П., Полянчиков Ю.Н., Славин А.В., Шумячер В.М., Полянчикова М.Ю., Гусакова Л.В.. Хонингование: монография / под ред. А.П. Бабичева. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2013. – 245 с.

#### Сведения об авторе:

*Сафарова Людмила Леонидовна* – аспирант ТулГУ, г.Тула.

#### **CHOICE OF PARAMETERS OF LUBRICANT COOLING LIQUID FOR HONING OF A MIRROR OF "CYLINDERS" OF THE DIESELS TMZ-450, TMZ-520, TMZ-650**

*Safarova L.L.*

**Keywords:** cylinder, lubricant cooling liquid, roughness.

**Abstract.** Problems of honing of a responsible detail "Cylinder" for TMZ series diesels are considered. It is noted that the choice of lubricant cooling liquid when honing a mirror of "Cylinder" influences parameters of the roughness set by design documentation.

#### **References**

1. TULAMASHZAVOD production Association. [Electronic resource] URL: [www.tulamash.ru](http://www.tulamash.ru). Date of the address. 25.11.2017.
2. A.P. Babichev, Yu.N. Polyanchikov, A.V. Slavin, V.M. Shumyacher, M.Yu. Polyanchikova, L.V. Gusakova. Honing: monograph / under the editorship of A.P. Babichev. – Volgograd: VolgGASU, 2013. – 245 p.