

## ВОЗДЕЙСТВИЕ СМАЗЫВАЮЩИХ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ ЕГО СНИЖЕНИЯ

© 2006 А.В. Васильев, Л.Р. Хамидуллова

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. Рассматриваются существующие методы снижения воздействия СОЖ в условиях его использования на предприятиях машиностроения. Наибольшие перспективы имеет исследование и внедрение методов уменьшения использования СОЖ и отказа от СОЖ при проведении технологических операций. При сухой обработке главной задачей становится снижение коэффициента трения между инструментом и заготовкой. Для реализации процесса обработки поверхностного пластического деформирования в массовом производстве разработан способ выглаживания самоустанавливающимся инструментом. Данный способ обработки внедрен в механосборочное производство ОАО «АВТОВАЗ».

В условиях машиностроительных производств серьезной задачей является обеспечение охраны труда производственного персонала. Одним из факторов воздействия являются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ): масляные, эмульсионные, синтетические и полусинтетические жидкости и др. Современные машиностроительные предприятия потребляют СОЖ в объемах от нескольких десятков до десятков тысяч тонн в год, и эта цифра постоянно растет. Средний срок использования СОЖ колеблется от двух недель до полутора месяцев.

Воздействие отработанных СОЖ представляет большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. На рис. 1 показаны возможные последствия воздействия. Доказано, что воздействие СОЖ на человека в условиях производства может привести к возникновению ряда профессиональных заболеваний. Работы отечественных ученых подтверждают тот факт, что аэрозоли нефтяных масел, входящие в состав СОЖ, могут привести к поражению организма вплоть до липоидной пневмонии, изменить нервную и сосудистую системы, вызвать кожно-трофические нарушения (в том числе дерматиты), способствовать снижению иммунобиологической реактивности. Пары углеводородов обладают наркотическим действием, триэтанолламин, нитрид натрия способствует нарушению газового обмена в организме человека и поражению мышц сердца, хлорсодержащие

присадки могут вызвать поражение печени и почек, трихлорэтан - источник выделения фосгена и т.д. [1, 2]. Кроме того, медиками установлено, что продукты термической деструкции безвредных компонентов СОЖ, а также возможные новые химические образования в зоне обработки зачастую не являются индифферентными для организма человека.

Загрязнение воздушной среды происходит и в результате испарения отработавших СОЖ. Токсичные компоненты (диоксид серы, органические соединения хлора и тяжелых металлов) распространяются как в производственном помещении, так и в окружающую среду, что приводит к негативному воздействию на персонал и биосферу. Наиболее опасно испарение синтетических масел, а при испарении масел, содержащих полихлордифенилы (ПХД), образуются еще более токсичные соединения - полихлордифенилоксины и полихлордифенилофураны.

Массовая доля вещества (%) в рабочих растворах СОЖ на водной основе не должна превышать [1]:

- нафтеиновых кислот в эмульсоле – 20;
- нафтеиновых мыл в эмульсоле – 1;
- кальцинированной соды – 0,3;
- свободной гидроокиси натрия – 0,02;
- органических кислот – 10;
- триэтанолламина – 0,3;
- нитрита натрия – 0,2;
- хлор-, серо-, фосфорсодержащие присадки – 10.

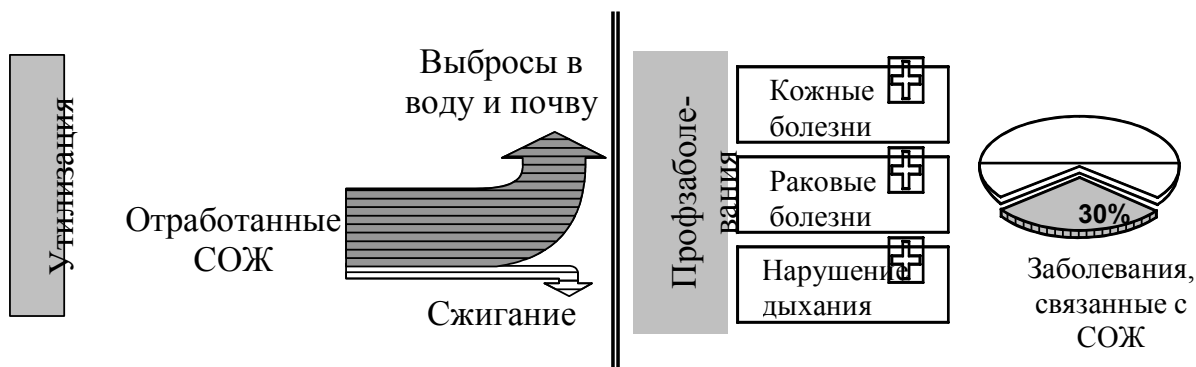


Рис. 1. Вредное воздействие СОЖ

Для снижения воздействия СОЖ в условиях его использования на предприятиях машиностроения следует:

1. Соблюдать меры безопасности при хранении и транспортировании СОЖ. Хранить и транспортировать СОЖ необходимо в чистых стальных резервуарах, цистернах, бочках, бидонах и банках, а также в емкостях, изготовленных из белой жести, оцинкованного железа или пластмасс. Температура хранения и транспортирования ИХП-45Э должна быть 5-25°С, для остальных СОЖ – от –10 до +40°С. При транспортировании, заливе и регенерации СОЖ с хлорсодержащими присадками должны быть приняты меры, предотвращающие попадание воды.

2. Заменять СОЖ на менее вредные для здоровья материалы и контролировать качество используемой СОЖ. Контроль качества СОЖ на масляной основе должен проводиться не реже одного раза в месяц, эмульсий – не реже одного раза в неделю, синтетических и полусинтетических жидкостей – не реже одного раза в две недели. Не реже одного раза в неделю должен проводиться анализ СОЖ на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания.

3. Соблюдать повышенные меры безопасности при эксплуатации и замене СОЖ, а также выдерживать требуемые сроки замены СОЖ. В процессе эксплуатации СОЖ должна проводиться антимикробная защита путем добавления бактерицидных присадок и периодической пастеризации жидкости. При этом пастеризация СОЖ должна проводиться нагреванием до 75-80 °С, кратковременной вы-

держкой и последующим охлаждением в регенераторе или охладителе до рабочей температуры. Периодичность замены СОЖ должна устанавливаться по результатам контроля ее содержания, но не реже одного раза в шесть месяцев при лезвийной обработке, одного раза в месяц при абразивной обработке для масляных СОЖ и одного раза в три месяца для водных СОЖ.

4. Совершенствовать технологические процессы и операции с использованием СОЖ, достигая минимального количества используемой СОЖ или полного отказа от использования СОЖ.

5. Совершенствовать процесс утилизации СОЖ.

Анализ, проведенный авторами, позволил прийти к выводу, что в условиях машиностроительных предприятий наибольшие перспективы имеет исследование и внедрение методов уменьшения использования СОЖ и отказа от СОЖ при проведении технологических операций. Помимо решения проблем охраны труда и экологии, внедрение данных методов дает и ощутимые экономические выгоды. Согласно данных швейцарской фирмы "Micron SA Agno", средняя стоимость СОЖ, используемых для одного станка, ежедневно равна 50-250 долларов США. Ежегодно фирма тратит на применение одного станка 12 750 - 63 730 долларов США. На машиностроительных предприятиях средняя стоимость СОЖ, используемых для одного станка равна 8000 долларов ежегодно [3].

Отказ от использования СОЖ позволит повысить и качество изготавливаемых изде-

лий. Например, в работе [3] показано, как химически активные элементы СОЖ способствуют снижению износостойкости и коррозионостойкости поверхностей деталей. Следует также отметить, что отсутствие СОЖ в зоне обработки позволит более широко использовать активный контроль в процессе обработки и устранить эффект теплошока на поверхности инструмента.

Отказ от использования СОЖ в процессе обработки заставляет решать следующие основные проблемы:

1. Отвод тепла из зоны резания;
2. Снижение коэффициента трения в процессе обработки;
3. Удаление стружки из зоны обработки.

Проведенный авторами анализ показал, что в настоящее время используются технологии экологически чистой обработки без СОЖ только для 10% от всего имеющегося станочного оборудования в России и на Западе [4]. Наиболее глубоко вопросы обработки без использования СОЖ изучаются западноевропейскими странами, а также в США и Японии. В этих странах на предмет возможности использования без СОЖ исследуются такие виды лезвийной и абразивной обработки, как сверление, точение, шлифование, полирование.

Обзор отечественной и зарубежной литературы выявил задел в исследованиях сухой обработки методами поверхностного пластического деформирования (ППД) и позволил привести пути решения проблем, возникающих при обработке без СОЖ. Данный процесс обработки наиболее удобен для начальной стадии исследований процессов, проходящих при сухой обработке, так как он не имеет столь интенсивного тепловыделения и стружкообразования, как резание или шлифование. Таким образом, главной задачей становится снижение коэффициента трения между инструментом и заготовкой. Внедрение новой технологии позволяет решить следующие проблемы:

1. Снизить пожароопасность, так как большинство СОЖ на основе масел имеют сравнительно малую температуру вспышки.
2. Улучшить условия труда, поскольку компоненты СОЖ, бактерициды и фунгици-

ды, возникающие продукты реакций, а также занесённые инородные вещества могут вызывать заболевания.

3. Повысить экологическую безвредность производства, так как потери при утечках и уносе, эмиссия, промывочная вода и не в последнюю очередь утилизация отработанных СОТС загрязняют почву, воду и воздух,

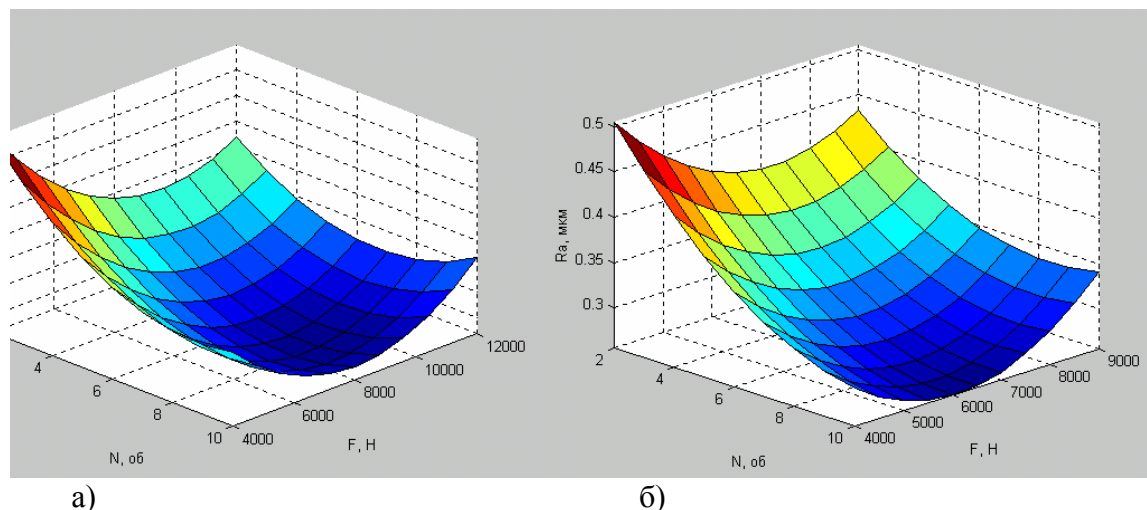
4. Снизить затраты на закупку, хранение, транспортировку и утилизацию СОЖ.

5. Повысить качество обработки за счет расширения возможностей использования средств активного контроля и снижения утомления рабочих.

Для реализации процесса обработки ППД в массовом производстве был разработан высоко-производительный способ выплаживания самоустанавливающимся инструментом, при котором очаг деформации в направлении, перпендикулярном перемещению инструмента, равен ширине обрабатываемой поверхности. Данный способ обработки внедрен в механосборочное производство ОАО «АВТОВАЗ» при обработке сальниковых шеек коленчатых валов 2112 (шейки под передний (Ж28 мм) и задний (Ж80 мм) сальник).

Изменяя технологические режимы процесса обработки, можно управлять геометрическими и физико-механическими свойствами обработанной поверхности и изменять их в требуемом направлении в зависимости от условий эксплуатации деталей машин. С целью оптимизации параметров обработки был проведен в производственных условиях двухфакторный многоуровневый эксперимент ( $5^2$ ) на модернизированной автоматической линии ОАО «АВТОВАЗ» по изготовлению коленчатых валов.

В качестве рабочей части инструментов применялся твердый сплав ВК6 радиусом 2 мм и с шероховатостью поверхности  $Ra\ 0,05$  мкм. Валы коленчатые поступали на обработку после окончательного шлифования с исходной шероховатостью шеек  $Ra\ 0,8$  мкм и твердостью HRC 45. Частота вращения детали составляла 30 об/мин. В процессе обработки применялась смазочно-охлаждающая жидкость РЖ-8. Результаты эксперимента подверглись многомерной регрессии, для отыскания зависимости влияния основных



**Рис. 2.** Влияние параметров обработки ( $F$  – нагрузка, прикладываемая к инструментам, кгс;  $N$  – число совершаемых оборотов детали в процессе обработки, об) на шероховатость обработанной поверхности при обработке: а) шейки Ж80 мм, б) шейки Ж28 мм

параметров обработки на шероховатость обработанной поверхности в виде полинома второй степени. На рис. 2 представлена графическая интерпретация результатов эксперимента, после статистической обработки методом регрессии. При этом из полученных зависимостей видно, что при увеличении прикладываемой нагрузки и числа совершаемых оборотов детали в процессе обработки идет значительное улучшение качества обработанной поверхности, но сочетание больших значений данных параметров обработки ведет к исчерпанию резерва пластичности материала обрабатываемой поверхности и появлению дефектного слоя, что визуально определяется как отшелушивание на поверхности детали.

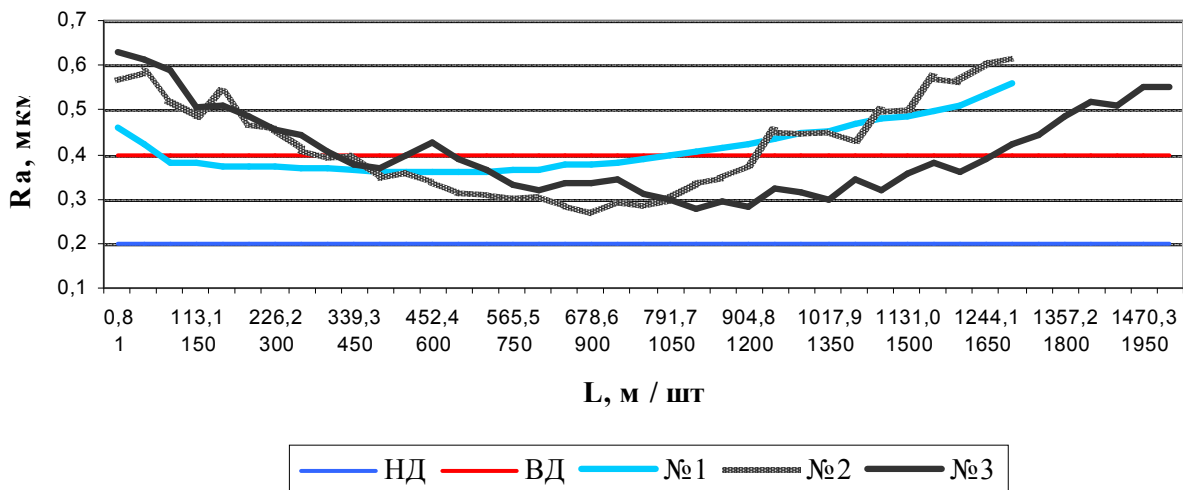
Приведенные результаты позволяют выбрать конкретные режимы технологического процесса в зависимости от требуемых геометрических свойств обрабатываемой поверхности.

Для исследования изменения микротвердости приповерхностном слое шеек коленчатого вала обработанных выглаживанием были отобраны валы, обработанные при различных режимах. Исходя из полученных результатов, дальнейшие испытания проводились при режимах: Ж80 мм – сила прижатия инструмента к обрабатываемой поверхности 12000 Н, за время обработки было со-

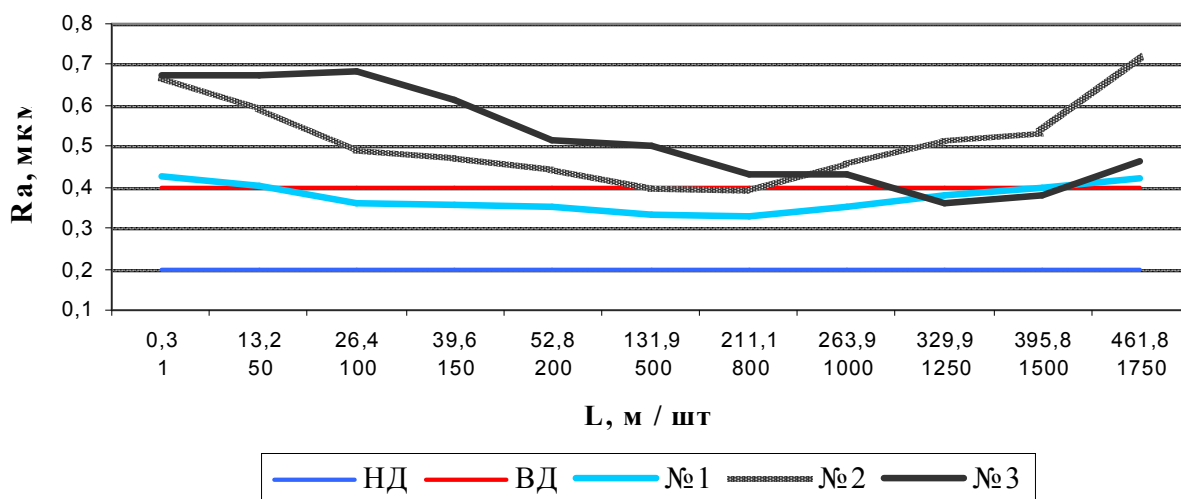
вершено 3 оборота детали; Ж28 мм – сила прижатия инструмента к обрабатываемой поверхности 8900 Н, за время обработки было совершено 3 оборота детали. Для доказательства возможности использования выглаживания широким самоустанавливающимся инструментом без использования СОЖ проводились стойкостные испытания инструментов. Для уменьшения контактного трения между заготовкой и индентором при обработке без СОЖ на инструменты наносились покрытия нитрида титана.

Результаты испытаний представлены на рис. 3–4. График 1 на обоих рисунках обозначает сплав ВК6 без покрытий (обработка велась с подачей СОЖ РЖ8). График 2 обозначает сплав ВК6 с напылением нитрида титана без СОЖ. График 3 обозначает сплав ВК6 с напылением нитрида титана в условиях ассистирования газовой плазмой.

Из приведенных графиков видно, что использование выглаживания ШСИ приводит к незначительному ухудшению качества поверхности в пределах допуска, верхние и нижние границы которого обозначены горизонтальными линиями ВД и НД. Таким образом, экспериментально доказана эффективность обработки выглаживанием ШСИ без СОЖ. Данный способ обработки внедрен в механосборочном производстве ОАО “АВТОВАЗ”.



**Рис. 3.** Результаты стойкостных испытаний при обработке шейки Ж80 мм:  
 1 – ВК6 (с СОЖ);  
 2 – ВК6 с напылением TiN (без СОЖ),  
 3 – ВК6 с напылением TiN в условиях ассистирования газовой плазмой (без СОЖ);  
 НД – нижний допуск по шероховатости; ВД – нижний допуск по шероховатости



**Рис. 4.** Результаты стойкостных испытаний при обработке шейки Ж28 мм:  
 1 – ВК6 (с СОЖ);  
 2 – ВК6 с напылением TiN (без СОЖ),  
 3 – ВК6 с напылением TiN в условиях ассистирования газовой плазмой (без СОЖ);  
 НД – нижний допуск по шероховатости; ВД – нижний допуск по шероховатости

**Благодарность**

Авторы благодарят Министерство образования и науки Самарской области финансовую поддержку работы в рамках gubernского гранта для молодых ученых

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Безопасность производственных процессов: Справочник под общей ред. С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1985.
2. Наумов А.Г. Повышение эффективности лезвийной обработки быстрорежущим инструментом при использовании экологически чистых СОТС: Дисс. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук: М., 1999.
3. Якубу Ш.О. Повышение эффективности твердосплавного инструмента с износостойким покрытием путем оптимизации условий подготовки поверхности инструмента перед нанесением покрытия: Дис. канд. техн. наук: 05.02.08. М., 2000.
4. Thiessen P.A., Meyer K., Heinicke G.

Grundlagen der Tribochemie. Berlin: Akademie - Verlag, 1967.

**IMPACT OF LUBRICATING COOLING LIQUIDS IN THE CONDITIONS  
OF MECHANICAL ENGINEERING ENTERPRIZES  
AND THE WAYS OF IT REDUCTION**

© 2006 A. V. Vassiliev, L.R. Khamidullova

Togliatti State University

Lubricating cooling liquids are the large danger both for man and for environment. Existing methods of lubricating cooling liquids impact reduction in mechanical engineering enterprises are considered. The most promising is investigation and implementation of methods of reduction of the coolants using and refusal from coolants used on technological operations. When dry processing is used the main task becomes decrease of friction coefficient between the tool and blank part. For realization of the surface plastic deformation process in the wholesale manufacture the method of burnishing by the independently installed tool is developed. The given way of processing is introduced in the mechanical and assembly manufacture of the "AUTOVAZ" plant.