

УДК 621.9.026

Д.У. Абдулгасис, канд. техн. наук, Э.Д. Умеров, Э.Э. Ягъяев, канд. техн. наук,  
С.Р. Меметов, У.А. Абдулгасис, д-р техн. наук., Симферополь, Украина

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСЛЯНОЙ СОТС С ПРИСАДКОЙ НАНОГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ЛИСТОВОЙ СТРУКТУРЫ**

*У статті наведено результати експериментальних випробувань ефективності масляних МОТС з присадкою наногліністих мінералів. Показані результати впливу присадок на основі наногліністих мінералів листовий структури до масляним МОТС на осьову силу і крутний момент докладаються до свердла.*

*В статье приведены результаты экспериментальных испытаний эффективности масляных СОТС с присадкой наноглинистых минералов. Показаны результаты влияния присадок на основе наноглинистых минералов листовой структуры к масляным СОТС на осевую силу и крутящий момент прикладываемых к сверлу.*

*The paper presents the results of experimental tests of the effectiveness of oil cutting fluid with an additive nanoglinistyh minerals. Showing the results of the effect of additives on the basis of nanoclay sheet structure of the minerals to the oil cutting fluid on the axial force and torque applied to the drill.*

Повышение требований к качеству машиностроительной продукции и снижение затрат на ее производство, предопределяет необходимость переоснащения предприятий оборудованием и технологиями, которые обладают высокой степенью надежности и стабильности. Наиболее важной составляющей машиностроительного производства является режущий инструмент, который обеспечивает максимальную производительность обработки и требуемое качество изготовления изделий.

Повышение стойкости инструмента из быстрорежущих сталей достигается в основном двумя путями: 1 – занижением режимов резания, ведущих одновременно к снижению производительности; 2 – снижением температуры и улучшением триботехнической обстановки в зоне резания под действием смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) [1]. Несмотря на ряд технологических решений по составу и применению последних, ресурс режущего инструмента, особенно сверл, продолжает оставаться достаточно низким.

Использование наноглинистых минеральных присадок (НГМП) к масляным СОТС, по нашей оценке, открывает перспективу существенного улучшения физико-химической обстановки в зоне резания, повышения ресурсных показателей инструмента и требует качественно новые

исследования по составу масляно-минеральной композиции и условиям ее применения.

Анализ литературы проведенный нами в работе [2] показывает, что в настоящее время новым прогрессивным подходом принято считать активацию СОТС внешними энергетическими воздействиями. Признано, что это позволяет кратковременно, локально в зоне резания, изменять свойства СОТС. При этом имеющиеся возможности улучшения триботехнических и теплоотводящих способностей масляных СОТС, применением присадок из наноглинистых минералов листовой структуры, широко используемых в геологии при проведении буровых работ, остаются без внимания специалистов по обработке металлов резанием [3].

**Цель работы** – повышение стойкости быстрорежущего инструмента при обработке труднообрабатываемых металлов за счет применения присадок из минералов с наноглинистой листовой структурой.

Эффективность действия СОТС во многом зависит от строения молекулы смазочного вещества, а именно длины и прочности связи в молекуле. Поэтому при применении новых СОТС следует учитывать параметры внутреннего строения молекул, как прочность связи между атомами и длина этой связи. В качестве активных наноприсадок к СОТС применять вещества с большой длиной связи в молекуле и малой энергией, необходимой для её разрушения.

Для создания качественно новых масляных СОТС нами предлагается использование НГМП листовой структуры, например бентонита – высокодисперсного слоистого алюмосиликата магния, железа, натрия.

Основу бентонита составляет неабразивная наноглина листовой структуры – монтмориллонит. Твердость по минералогической шкале – 1, плотность 2200...2800 кг/м<sup>3</sup>. Толщина минеральных листов порядка 1,0 нм, а линейные размеры листов составляют 50...150 нм. Удельная поверхность бентонита (наноглины) очень велика, примерно 750 м<sup>2</sup>/г. Обладает отличными смазывающими свойствами [4].

Применяется как загуститель (пластичных) консистентных смазок. Такие смазки не корродируют металлы, не имеют температуры каплепадения, сохраняют свою структуру при температурах превышающих 300°С, прочно удерживаются на металлических поверхностях при нагревании до 200 °С, превосходя по этому качеству самые лучшие мыльные смазки.

Бентонит встречается в небольших количествах по всему миру в естественном состоянии. Большие его запасы в недрах Украины, особенно в Крыму.

В эксперименте, в качестве СОТС нами была использована композиция на основе минерального масла И-30 с присадкой бентонита, несодержащего

жирных кислот и металлических частиц, устойчивого к кислотам и щелочам. Преимущество такого состава – это способность выдерживать высокие температуры (до 200°C) не изменяя свои смазочные свойства. Следовательно, данное средство не имеет точки каплепадения и может выдерживать высокие температуры, возникающие в зоне резания.

Эксперименты проводились на фрезерном станке с ЧПУ марки «МАНО МН 600Е» (Германия). Станок оснащен системой подачи СОТС в зону обработки техникой минимальной смазки – ТМС. Силовые параметры процесса сверления измерялись вращающимся динамометром KISTLER 9123 В (Швейцария), полученные данные передавались на АЦП и обрабатывались на ПК (рис. 1). На рисунке 2 показан общий вид экспериментальной установки.

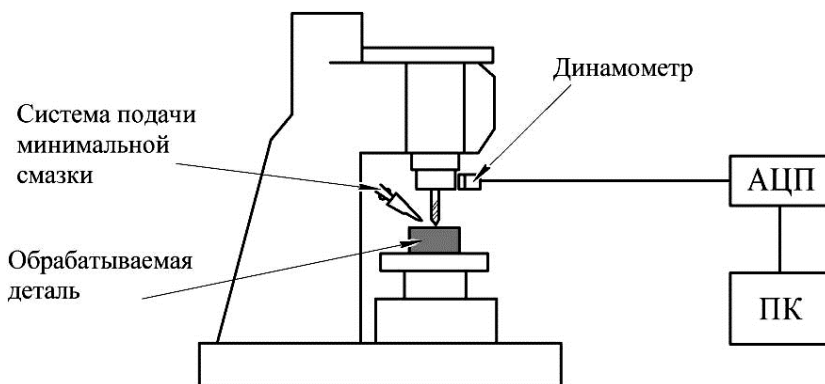


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для определения сил резания и крутящего момента

В качестве заготовки использовался титановый деформируемый сплав ВТ22, цилиндрической формы, диаметром 80 мм и высотой 22 мм. Выбор сплава, обусловлен его широким применением на машиностроительных предприятиях, для изготовления сильнонагруженных деталей, работающих при средних и высоких температурах. Режущий инструмент: сверло спиральное диаметром 8,3 мм h8 HSS фирмы HARTNER DIN 18678,  $n = 219$  об/мин,  $s = 0,08$  мм/об.

Сверление отверстий при проведении эксперимента производилось по циклу сверления глубоких отверстий. Обработка проводилась на глубину 5 мм затем сверло выводилось из отверстия и цикл повторялся. После обработки каждого отверстия станок останавливался, инструмент снимался,

измеряли его износ под микроскопом.



Рисунок 2 – Общий вид и приборное обеспечение экспериментальной установки на базе станка с ЧПУ «МАНО МН 600Е»

При выходе износа сверла за пределы допустимого, определяемого по характерному признаку – свисту сверла, станок останавливали, и инструмент заменялся новым. После замены сверла эксперимент продолжался с СОТС другого состава. На рис. 3 представлены экспериментальные данные изменения осевой силы  $P_o$  за время сверления заготовки из титанового сплава BT22 при различных СОТС.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что максимальные значения осевой силы  $P_o$  зарегистрированы при обработке «в сухую» без СОТС. Критический износ сверла наступил до завершения процесса сверления отверстия. Применение в качестве СОТС подсолнечного масла позволило снизить значения осевой силы  $P_o$  в 3,5 раза. При сверлении с подачей СОТС в виде масляно-бентонитовой композиции (И-30 + НГМП) не только снизились значения осевой силы  $P_o$  в 5 раз, но и изменился характер процесса. На начальной стадии процесса сверления сила резания  $P_o$  минимальна. При увеличении времени обработки наблюдается закономерное увеличение  $P_o$ , которое стабилизируется до завершения процесса сверления.

Изменения крутящего момента за время сверления заготовки из титанового сплава BT22 при подаче различных СОТС представлены на рис. 4.

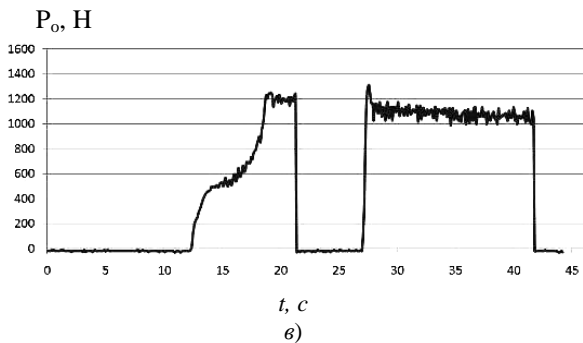
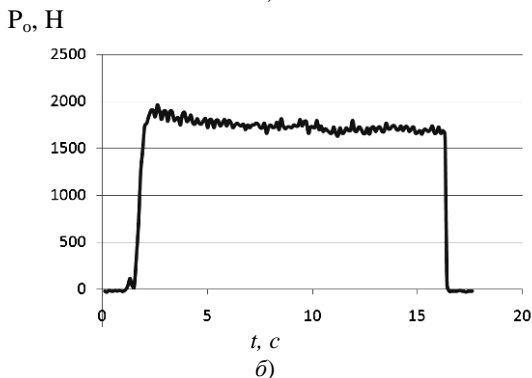
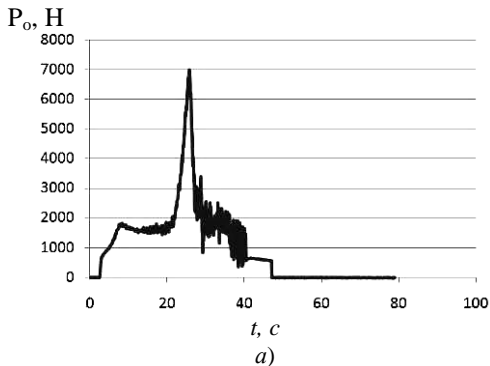


Рисунок 3 – Экспериментальные данные осевой силы  $P_o$  при обработке сплава ВТ22  $d = 8,3$  mm h8 HSS DIN 18678,  $n = 219$  об/мин,  $s = 0,08$  мм/об:  
а – сухое резание; б – в качестве СОТС подсолнечное масло,  
в – при подаче в качестве СОТС И-30 + НГМП

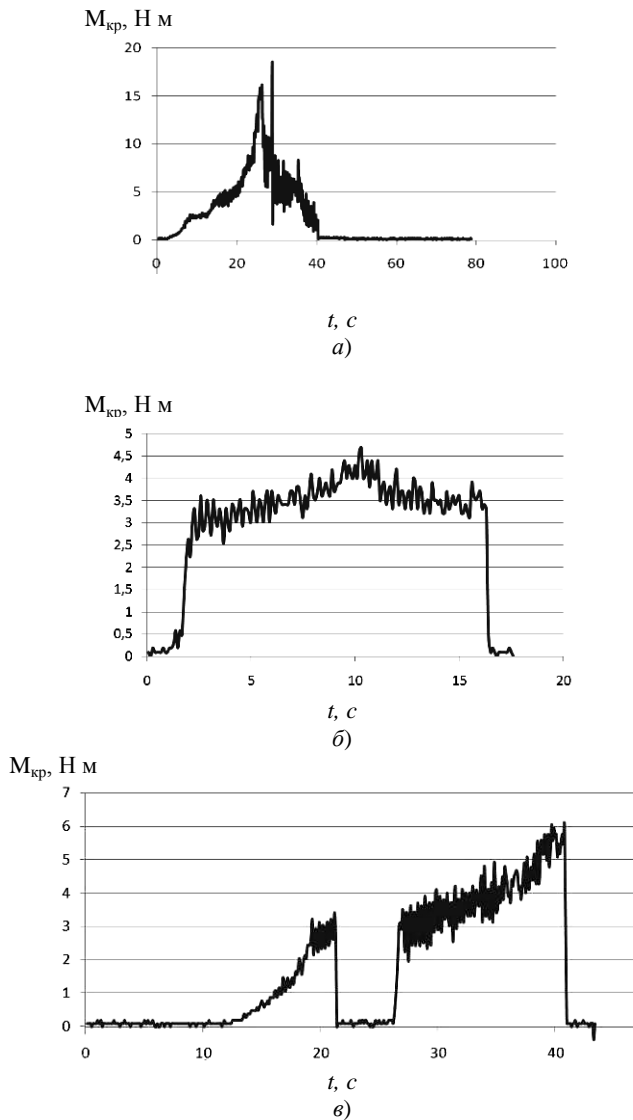


Рисунок 4 – Экспериментальные данные крутящего момента  $M_{кр}$  при обработке сплава BT22  $d = 8,3$  mm h8 HSS DIN 18678,  $n = 219$  об/мин,  $s = 0,08$  мм/об:  
а – сухое резание; б – в качестве СОТСподсолнечное масло,  
в – при подаче в качестве СОТС И-30 + НГМП

Полученные экспериментальные данные значений крутящих моментов дают возможность сделать следующие заключения: значение  $M_{кр}$  при обработке с сухую достигает 18 Н·м, при сверлении с применением подсолнечного масла наблюдается снижение  $M_{кр}$  до 5...6 Н·м. Сверление с применением СОТС И-30А + НГМП как и в случае с осевой силой  $P_o$  уменьшение  $M_{кр}$  и изменился характер процесса обработки.

На основе проведенных экспериментов и полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Применение НГМП к СОТС в процессе сверления титанового сплава ВТ22 снижает осевую силу  $P_o$  и крутящий момент  $M_{кр}$ , что безусловно даст повышение стойкости быстрорежущего инструмента и улучшение качества обработанной поверхности.

В продолжение работы планируется:

1. Экспериментально определить оптимальное содержание НГМП к масляным СОТС, при котором период стойкости инструмента имел бы максимальное значение.

2. Предложить объяснение физико-химического механизма действия НГМП к СОТС при резании.

**Список использованных источников:** 1. Якубов Ч.Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием / Ч.Ф. Якубов. – Симферополь: ОАО «Симферопольская городская типография», 2008. – 156 с. 2. Абдулгасис Д.У. Анализ методов активации СОТС при обработке металлов резанием / Д.У. Абдулгасис, У.А. Абдулгасис, Э.Э. Ягьяев, Э.Д. Умеров // Ученые записки КИПУ. Вып. 38. Технические науки. Симферополь: НИЦ КИПУ, 2013. – С. 46 - 50. 3. Абдулгасис У.А. Перспективы использования в составе масляных СОТС в качестве присадок наночастиц бентонита / У.А. Абдулгасис, Э.Э. Ягьяев, Э.Д. Умеров // Наукові праці ПФ НУБІП України «Кримський агротехнологічний університет». Серія «Технічні науки» Вип. 146. – Симферополь, 2012. – С. 69-73. 4. Михалюк Р.В. Бентонитовые глины Украины. Ч. 2. / Р.В. Михалюк Киев, Изд-во АН УССР, 1958. – 205 с.

*Поступила в редколлегию 02.07.2013*