

УДК 621.9.026

Д.У. Абдулгасис, ст. преподаватель, канд. техн. наук,

Э.Д. Умеров, аспирант,

Э.Э. Ягьяев, доцент, канд. техн. наук

Республиканское высшее учебное заведение «Крымский инженерно-педагогический университет»,

ул. Севастопольская, пер. Учебный, 8, г. Симферополь, 95015

ervin777@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ НАНОГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИСАДОК К МАСЛЯНЫМ СОТС НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТЫВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Приведены основные результаты экспериментальных исследований эффективности масляных СОТС с присадками наноглинистых минералов листовой структуры. Показаны результаты экспериментов активированной СОТС на осевую силу, крутящий момент и на качество обработанной поверхности при обработке титановых сплавов.

Ключевые слова: наноглинистые присадки, масляные СОТС, резание металлов.

Постановка проблемы. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) на основе масел минерального, синтетического и растительного происхождения, имея существенное преимущество перед водоземulsionными по смазывающей способности уступают им по охлаждающей способности.

Поэтому актуальными являются исследования по разработке новых методов активации масляных СОТС для улучшения охлаждающей способности при сохранении смазывающих свойств.

Анализ литературы. Проведенный анализ литературы [1-5 и др.] показал, что существует различные способы активации СОТС. В работе [6] была показана возможность значительного повышения теплоотводящей способности масляных СОТС, путем применения эндотермических присадок в виде кристаллогидратов. Нами предложено новое направление по активации СОТС – использование в качестве присадки к маслу-матрице наноглинистых минералов листовой структуры. Это открывает перспективу существенного улучшения триботехнической и температурной обстановки в зоне резания труднообрабатываемых сплавов.

В отличие от кристаллогидратов как присадки к маслу-матрице СОТС, наноглинистые минеральные присадки (НГМП) листовой структуры термически и химически более устойчивы, в то время как первые с повышением температуры утрачивают обычную структуру. Начиная с температуры СОТС 150...160 °С возможно налипание кристаллогидратов на инструмент [6]. Особенно это опасно при подаче СОТС через каналы в теле режущего инструмента.

Кроме того процесс гидратации и дегидратации у наноглинистых минералов протекает более эффективно чем у кристаллогидратов, поскольку у наноглинистых минералов очень высокая удельная поверхность, следовательно, они отличные адсорбиты, у них высокая гигроскопичность. Последнее способствует совершенствованию триботехнических характеристик СОТС в целом. Не менее важно то, что НГМП являются экологически безопасным составом, широко используемым в различных отраслях промышленности и имеющим низкую стоимость. Месторождений наноглинистых минералов на территории Украины достаточно много, в том числе и в Крыму.

Таким образом, нами была выдвинута гипотеза о том, что одним из возможных вариантов управляемого термодинамического воздействия на ситуацию в зоне резания может быть использование в качестве присадочного материала к СОТС на масляной основе, природных наноглинистых минералов.

В проведенных нами экспериментальных исследованиях для подтверждения выдвинутой гипотезы, описанной в работе [7], получены следующие результаты. Применение НГМП к масляным СОТС в процессе сверления титанового сплава ВТ22 снижает осевую силу P_o и крутящий момент $M_{кр}$, дает повышение стойкости быстрорежущего инструмента. Экспериментальная СОТС, с добавкой НГМП, оказывает еще и положительное влияние на формирование стружки. Она получается двух видов: короткой винтовой спирали и развернутой ленты.

Цель данной работы – экспериментально показать возможность применения наноглинистых минералов листовой структуры для активации масляных СОТС на качество поверхности при обработке титановых сплавов.

Основное содержание работы. Для оценки качества обработанной поверхности, нами проведены эксперименты на фрезерном станке с ЧПУ, марки «МАНО МН 600Е» (Германия), который был оснащен системой подачи СОТС в зону резания техникой минимальной смазки (ТМС) MiniCool фирмы «NOGA» (Израиль). Общий вид экспериментальной установки показан на рисунке 1.

В качестве материала заготовки использовался титановый сплав ВТ22, цилиндрической формы, диаметром 80 мм и высотой 22 мм. Выбор сплава был обусловлен его широким применением для изготовления сильнонагруженных деталей, работающих при средних и высоких температурах.



Рисунок 1 – Общий вид и приборное обеспечение экспериментальной установки на базе станка с ЧПУ «МАНО МН 600Е»

В качестве режущего инструмента было выбрано спиральное сверло диаметром 8,3 mm h8 HSS, углом заточки $2\phi = 118^\circ$, фирмы HARTNER DIN 18678 (Германия). Частота вращения шпинделя на станке составляла $n = 219 \text{ мин}^{-1}$, подача $s = 0,08 \text{ мм/об}$.

Проведение эксперимента проводилось по циклу сверления глубоких отверстий на глубину 5 мм, затем сверло выводилось из отверстия и цикл вновь повторялся.

При выходе износа сверла за пределы допустимого станок выключали, а инструмент заменялся новым.

На рисунке 2 представлены фотографии заготовки из титана BT22 в разрезе по осям отверстий, после экспериментального сверления. На позиции 1 показано отверстие просверленное на «сухую», где отчетливо наблюдается обломок режущего инструмента (сверла).

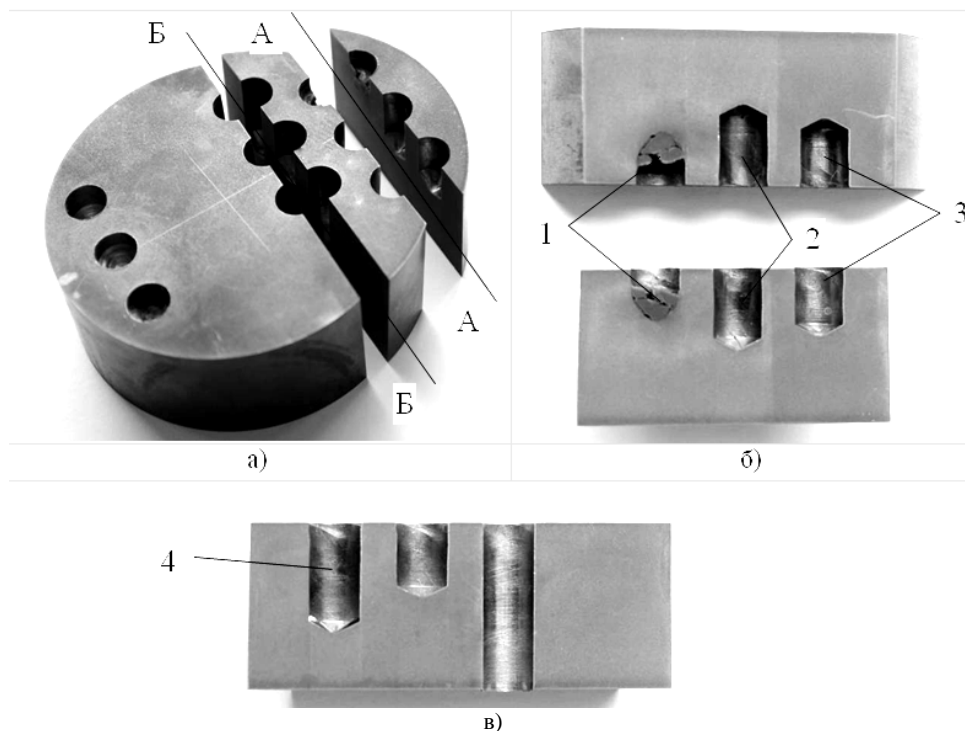


Рисунок 2 – Заготовка из сплава BT22 после экспериментального сверления:
а – общий вид разрезанной заготовки; б – разрез заготовки по А-А; в – разрез заготовки по Б-Б

Рассмотрим влияние экспериментальной СОТС на шероховатость обработанной поверхности. Для оценки шероховатости поверхностей отверстий использовали контактный метод с помощью профилометра Handysurf E-35A (Германия) (рисунок 3), а как качественный метод, с помощью микроскопа Zeitz Wetzlar B642 (Германия) (рисунок 4).



Рисунок 3 – Измерение шероховатости поверхностей отверстий с помощью профилометра Handysurf E-35A

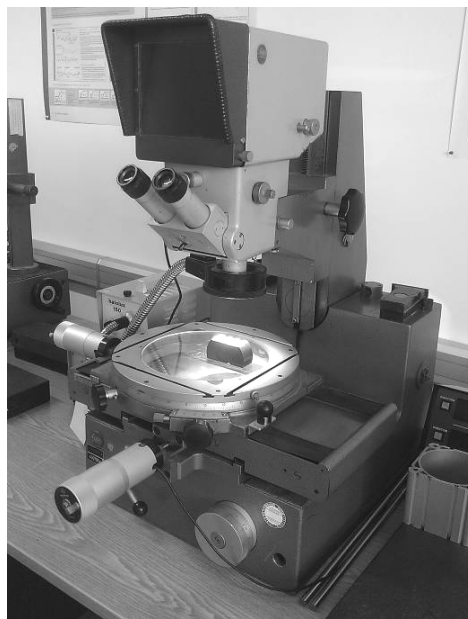


Рисунок 4 – Фотографирование обработанных поверхностей заготовки с разрезом по осям отверстий на микроскопе Zeitz Wetzlar B642 (Германия)

Основным параметром шероховатости при измерении с помощью профилометра было принято среднеарифметическое отклонение профиля R_a в мкм. При проведении измерений учитывалась базовая длина отверстия, которая составила 5 мм, при этом исключали измерение первых 2 мм в начале отверстия. Исключением является первое отверстие, просверленное на «сухую», где базовая длина составила всего 0,6 мм из-за поломки режущего инструмента.

Результаты измерений шероховатости полученных отверстий, представлены на рисунке 5. На рисунке 6 представлены фотографии обработанных поверхностей заготовки, полученные микроскопом Zeitz Wetzlar B642. Затем с помощью программы FemtoScan были получены 3D модели этих отверстий (рисунок 6). Так при сверлении на «сухую» усредненные значения шероховатости отверстия составили 7,11 мкм; при подаче подсолнечного масла – 2,01 мкм; при подаче специального масла Hebro 100 A (Германия) – 4,83 мкм; а при подаче экспериментальной СОТС (И-30 + НГМП) – 1,77 мкм.

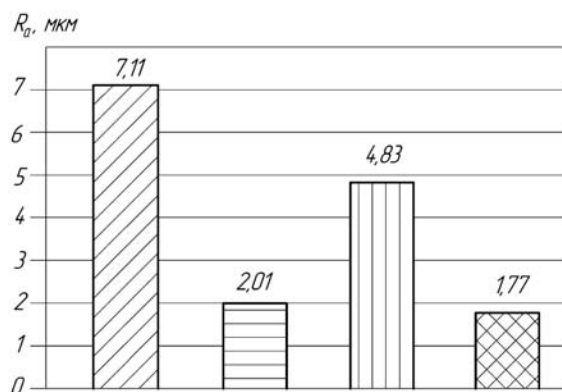


Рисунок 5 – Гистограмма полученных значений шероховатости поверхностей (усредненные значения):
 ▨ – сухое резание; ▤ – при подаче СОТС на основе подсолнечного масла; ▥ – при подаче СОТС на основе масла специального Hebro 100 A (Германия); ▧ – при подаче СОТС с присадкой НГМП

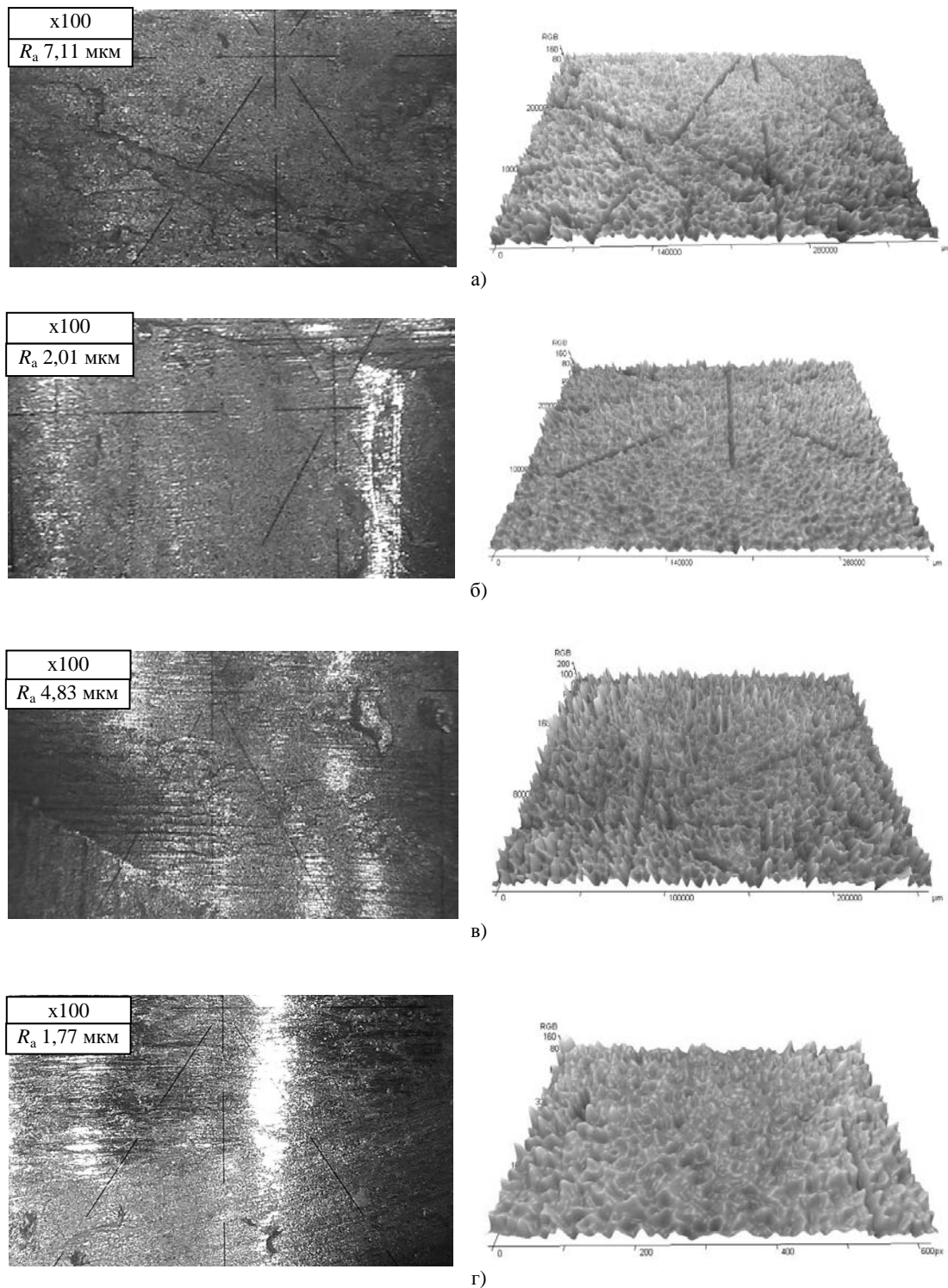


Рисунок 6 – Микрофотографии ($\times 100$) и 3D модели поверхностей:
a – при «сухом» резании; *б* – в качестве СОТС подсолнечное масло; *в* – в качестве СОТС специальное масло Невро 100 А (Германия); *г* – масло И-30 + НГМП

В работах [8] отмечается, что качество обработанной поверхности во многом зависит от температуры в зоне резания. В подтверждение этому можно сказать что, присадка НГМП в составе масляной СОТС позволила не только снизить осевую силу и крутящий момент, но и уменьшить значение шероховатости обработанной поверхности за счет уменьшения температуры в зоне резания, т.к. НГМП содержащая в своей структуре молекулы воды разного уровня, проявляет эндотермический эффект и улучшает триботехнические свойства созданной композиции.

На рисунке 7 представлены гистограммы значений осевой силы и крутящего момента при обработке титана VT22.

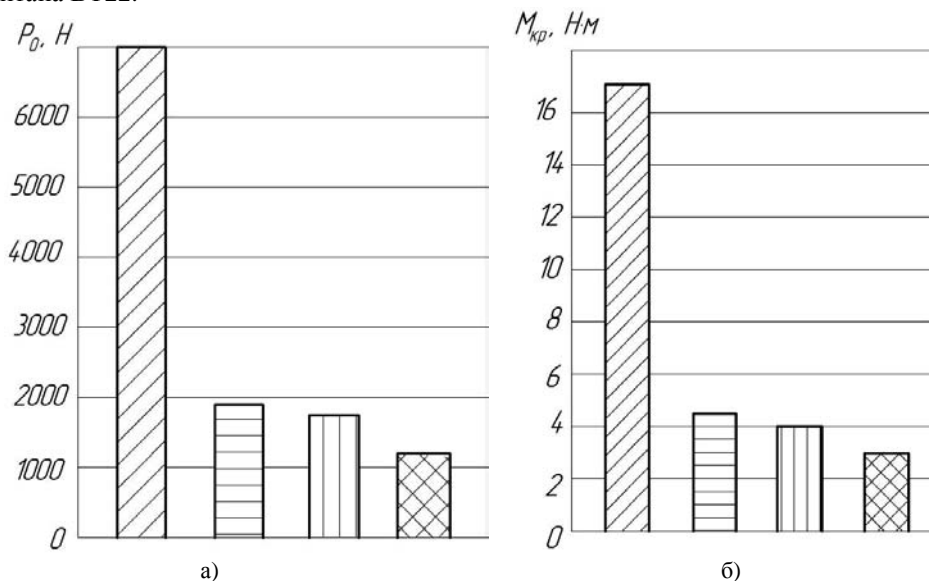


Рисунок 7. Значения осевой силы и крутящего момента при сверлении титанового сплава VT22:
 а) осевой силы; б) крутящего момента: – сухое резание; – при подаче СОТС на основе подсолнечного масла; – при подаче СОТС на основе масла специального Hebro 100 A (Германия); – при подаче СОТС с присадкой НГМП

Анализ осевой силы и крутящего момента показывает, что максимальные значения осевой силы P_o зарегистрированы при обработке «в сухую» без СОТС. Применение в качестве СОТС подсолнечного масла позволило снизить значения осевой силы P_o в 3,5 раза. Применение специального заводского СОТС для титановых сплавов Hebro 100 A (Германия) уменьшило осевую силу P_o в 3,7 раза. При сверлении с подачей СОТС в виде масляно-бентонитовой композиции (И-30 + НГМП) не только снизились значения осевой силы P_o более чем в 5 раз, но и изменился характер процесса.

Полученные экспериментальные данные значений крутящих моментов дают возможность сделать следующие заключения: значение $M_{кр}$ при обработке «в сухую» достигает 17 Н·м, при сверлении с применением подсолнечного масла наблюдается снижение $M_{кр}$ до 4,5 Н·м.

С применением специального заводского СОТС для титановых сплавов Hebro 100 A (Германия) уменьшился крутящий момент до 4 Н·м. Сверление с применением СОТС И-30А + НГМП как и в случае с осевой силой P_o уменьшение $M_{кр}$ до 3 Н·м и изменился характер процесса обработки. На наш взгляд, это возможно связано с тем, что присадка НГМП дополнительно улучшает трибологические свойства масляной основы СОТС, повышает стойкость режущего инструмента и улучшает процесс резания.

На основе проведенных экспериментов и полученных результатов можно сделать вывод о том, что применение НГМП к СОТС в процессе сверления титанового сплава VT22 снижает осевую силу P_o и крутящий момент $M_{кр}$, дает повышение стойкости быстрорежущего инструмента и улучшение качества обработанной поверхности.

Уменьшение значений шероховатости обработанных поверхностей заготовки говорит о более улучшенных смазывающих свойствах экспериментальной СОТС.

Выводы. Таким образом, анализ полученных экспериментальных данных при сверлении титанового сплава VT22 с активацией СОТС с наноглинистыми минералами снижает осевую силу и крутящий момент, а также оказывает положительный эффект на качество обработанной поверхности, что ведет к снижению шероховатости и задиров.

Библиографический список использованной литературы

- Петров В.М. Поверхностно-активные вещества, применяемые в современных СОТС обработки металлов резанием / В.М. Петров, Е.Н. Белецкий, О.В. Говорова, Н.Ю. Соиту / Современные технологии, оборудование и оснастка машиностроительного производства: сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во Инструмент и технологии, 2006. – № 24. – С. 25 – 237.

2. Марков В.В. Повышение эффективности и экологической безопасности лезвийного резания путем применения энергетической активации и оптимизации состава присадок СОТС: дис ... д-ра техн. наук: спец. 05.03.01 / В.В. Марков. – Иваново, 2004. – 406 с.
3. Кисилев Е.С. Эффективность ультразвуковой техники подачи СОЖ на операции шлифования / Е.С. Кисилев, А.Н. Унянин // Смазочно-охлаждающее технологическое средства при механической обработке заготовок из различных материалов : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. – Ульяновск, 1993. – С. 67–68.
4. Решетников А. Г. Активация смазочных материалов лазерным излучением / А. Г. Решетников // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении : межвуз. науч. сб. / СГТУ. – Саратов, 2004. – С. 130-132.
5. Петров В.М. Поверхностно-активные вещества, применяемые в современных СОТС обработки металлов резанием / В.М. Петров, Е.Н. Белецкий, О.В. Говорова, Н.Ю. Сойту / Современные технологии, оборудование и оснастка машиностроительного производства: сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во Инструмент и технологии, 2006. – № 24. – С. 25 – 237.
6. Абдулгасис Д.У. Підвищення ефективності процесу свердління за рахунок використання за рахунок використання масляних СОТЗ з ендотермічними властивостями: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти / Д.У. Абдулгасис. – Севастополь, 2013. – 20 с.
7. Повышение эффективности масляных СОТС при сверлении титановых сплавов применением наноглинистых минеральных присадок / Д.У. Абдулгасис, Э.Д. Умеров, Э.Э. Ягьяев, С.Р. Меметов, У.А. Абдулгасис // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Вып. 40, Технические науки. – Симферополь: НИЦ КИПУ, 2013. – С. 49–54.
8. Резание металлов с объемной нано- и субмикрористаллической структурой. Монография. / [А.И. Грабченко, Дж. Каптай, А.А. Симонова, А.П. Тарасюк, В.В. Драгобецкий, Н.В. Везезуб]. – Харьков, 2012. – 217 с.

Поступила в редакцию 24.01.2014 г.

Абдулгасис Д.У., Умеров Е.Д., Ягьяев Е.Е. Застосування наногліністих мінеральних присадок до масляних МОТС на якість оброблюваних поверхонь при свердлінні титанових сплавів

Наведено основні результати експериментальних випробувань ефективності масляних МОТС з присадкою наногліністих мінералів листової структури. Показані результати експериментів активованої МОТС на осьову силу, крутний момент і на якість обробленої поверхні при обробці титанових сплавів.

Ключові слова: наногліністіе присадки, масляні СОТС, різання металів.

Abdulgazis D.U., Umerov E.D., Yagyaev E.E. Application nanoclays mineral oil additives CLPM quality machined surfaces when drilling titanium alloys

The main results of experimental trials of oil CLTT doped nanoclays minerals sheet structure. Shows the results of experiments on activated CLTT axial force, torque and surface quality in the processing of titanium alloys.

Keywords: nanoclays additives, oil coolants, cutting metals.