

ККД. Лише в 4 варіантах із 17 було зафіксовано збереження енергетичної характеристики і тільки в одному незначне її покращення при цьому кавітаційна характеристика покращилась також. На рисунку 1 приведено характеристики базового варіанту – шнековідцентрового ступеня з гладкою статорною втулкою над передвключеним осьовим колесом та на рисунку 2 характеристики шнековідцентрового ступеня з варіантом збірки надроторних елементів № 12, що дозволив отримати найвище значення ККД.

В продовження дослідження для підтвердження адекватності отриманих результатів, буде виконуватися їх вибіркова якісна перевірка за допомогою методу оцінки кавітаційної стійкості шляхом нанесення легкоруйнівного лакового покриття на передвключене осьове колесо шнековідцентрового ступеня з варіантами збірок надроторних елементів, що дали найкращі результати та їх наступного порівняння з аналогічними результатами для випадку гладкої статорної втулки.

УДК 532.135, 612.431.75

Лавриненков А.Д., к.т.н., Коваль А.Д., к.т.н, доцент

Национальный технический университет Украины «КПИ им. Игоря Сикорского»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩЕЙ СМАЗКИ В ПРОЦЕССЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

На финишных операциях изготовления ответственных деталей изделий производят отделочно-упрочняющую обработку методами поверхностного пластического деформирования (ППД). Одним из наиболее эффективных методов ППД является выглаживание.

Однако при использовании выглаживания для обработки титановых сплавов возникает ряд трудностей, связанных с их высокими адгезионными свойствами, малой теплопроводностью, склонностью их к холодному свариванию с инструментом.

Перспективным направлением интенсификации процесса выглаживания титановых сплавов является модификация смазочных материалов антифрикционными добавками, а также модификация смазок нано- и ультрадисперсными порошками пластичных металлов (медь, олово, алюминий и т.д.) [1-4].

Ультразвуковое (УЗ) выглаживание проводилось при следующих параметрах процесса: статическое усилие - $P=200$ Н, подача - $s=0,05$ мм/об, скорость обработки - $V=4,4-21,8$ м/мин, материал индентора - ВК8, радиус индентора $R=3$ мм, частота УЗ колебаний – 21 кГц. В качестве смазки использовалось промышленное масло И20 как в чистом виде, так и с добавлением микропорошков меди (Cu) и алюминия (Al) со средним размером частиц 5-10 мкм (рис. 1).

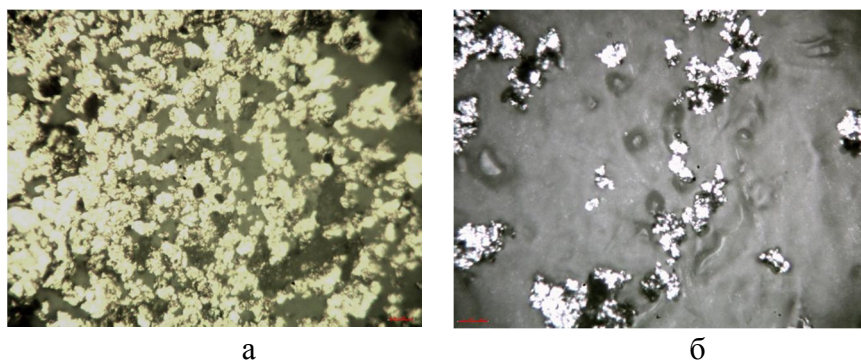


Рис. 1-Микропорошок меди (а) и алюминия (б)

Реологические исследования смазки И20 с различным объемным наполнением медного микропорошка проводились на ротационном вискозиметре Rheotest 2.1 при температуре 20⁰ С при скоростях сдвига 16-1320 с⁻¹ по методике представленной в [5]. УЗ выглаживание проводилось на титановом образце сплава ВТ23, который был предварительно обработан чистовым точением.

При построение реологических кривых в логарифмической системе координат (рис. 2) были определены реологические константы в степенном законе Освальда-де-Вилля (таблица.):

$$\tau = k\dot{\gamma}^n,$$

где k – мера консистенции жидкости, n – показатель степени, характеризующий неньютоновские свойства материалов.

Из таблицы видно, что параметр n масла И20 немного отличный от 1, а значит, исследуемое масло имеет слабо выраженные свойства неньютоновской жидкости, а именно псевдопластичной жидкости. На рис. 6.21 представлены кривые зависимости динамической вязкости масла И20, в чистом виде и с различной объемной долей медного микропорошка, в зависимости от градиента скорости.

Таблица

Результаты реологических исследований

Масло	Температура, °С	Реологические параметры	
		k	n
И20	20	0,1307	0,9608
И20+12%Cu	20	0,2801	0,9056
И20+25%Cu	20	0,6253	0,824
И20+32%Cu	20	0,6374	0,8485

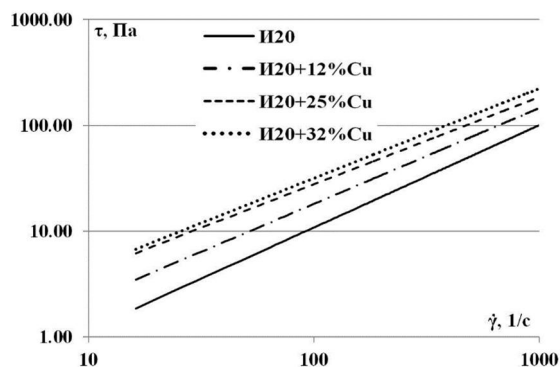


Рис. 2-Реологические кривые масла И20 с различным объемным наполнением медного микропорошка в логарифмических координатах

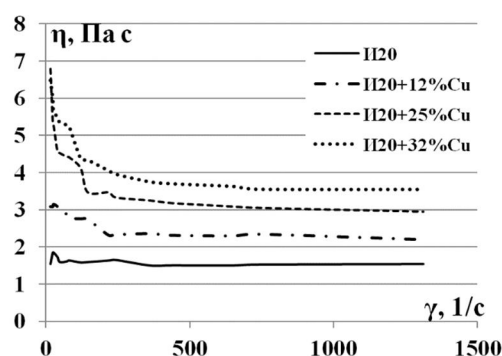


Рис. 3-Зависимость динамической вязкости масла И20 с различным объемным содержанием медного порошка от градиента скорости

Вязкость масла И20 без микропорошка незначительно меняется при градиентах скоростей от 0-400 с⁻¹, с дальнейшим увеличением градиента скорости вязкость масла И20 не меняется. При объемной доли медного микропорошка 25% динамическая вязкость масла при градиентах скоростей 1-20 с⁻¹ увеличивается примерно в 2 раза с 1,543 Па с до 3,148 Па с. В целом зависимость вязкости от градиента скорости имеет не линейный характер при градиентах скоростей 0-400 с⁻¹ (как и в случае масла И20 в чистом виде). При диапазонах градиента скоростей 600 с⁻¹ до 1312 с⁻¹ вязкость масла изменяется не значительно. В этих диапазонах градиента скоростей вязкость масла с 12%, 25% и 32% содержанием медного микропорошка по сравнению с чистым маслом И20 увеличивается в 1,42 раза (с 1,543 Па с до 2,3 Па с), в 1,94 раза (с 1,543 Па с до 3 Па с), в 2,26 раза (с 1,543 Па с до 3,5 Па с).

Влияние металлосодержащих смазок на параметры качества поверхностного слоя детали проявляется при скоростях обработки 20-21 м/мин и выше, что выражается в формировании

промежуточного пластического металлического слоя в местах контакта "инструмент-деталь". Установлено, что в химическом составе поверхности и тонкого (1-2 мкм) поверхностного слоя обработанной детали происходит увеличение процентной доли металла порошка.

Список литературы

1. Корни Н. К. *Фрикционные свойства поверхностей, разделенных пленкой твердого смазочного покрытия* / Н. К. Корни // Вестник УГАТУ. Машиностроение. – 2012. - №4(49). – С. 13-17.
2. Кужаров А. А. *Триботехнические свойства нанометрических кластеров меди* / А. А. Кужаров // Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ростов-на-Дону. 2004.
3. Kotnarowski A. *Searching for Possibilities of Lubricating and Cutting Fluids Modification with Copper Micro- and Nanopowders* / A. Kotnarowski // Materials science. - Vol. 12. - No. 3. - 2006. - p.p. 202-208.
4. Кораблин А. В. *Повышение износостойкости подшипников скольжения судовых двигателей внутреннего сгорания* / А. В. Кораблин, А. Ф. Сафиулин // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технология. – 2013. -№2. – С. 111-118.
5. Кашуба Д.Н. *Реологические особенности автомобильных масел* / Д.Н. Кашуба А.Д. Коваль, Б.О. Яхно // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – 2013. - №59. С. 79-82.

УДК 532:53

Ковалев В.А., д.т.н., профессор

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина (vaskov@ukr.net)

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИХ АППАРАТОВ НА ПРИСТЕННЫЕ ТЕЧЕНИЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ОГРАНИЧЕННЫХ ОБЪЕМАХ

В настоящее время численное моделирование течений с помощью прикладных пакетов компьютерных программ приобрело большую популярность и позволяет достаточно достоверно представить двумерную и даже трехмерную картины развития течений. В предлагаемом докладе приводятся результаты моделирования осесимметричных течений в сферическом резервуаре с направляющими аппаратами в виде радиальных перегородок, отстоящих от стенки резервуара.

Пример результатов расчетов приведен на рис.1, где представлены контурные изображения распределения азимутальной (окружной) составляющей вектора скорости в зазоре между внешней кромкой перегородки и стенкой сферы при различных величинах зазора $\Delta = 0,03...0,17$, а также структура течения в спутном следе за перегородкой, где формируются устойчивые циркуляционные течения.

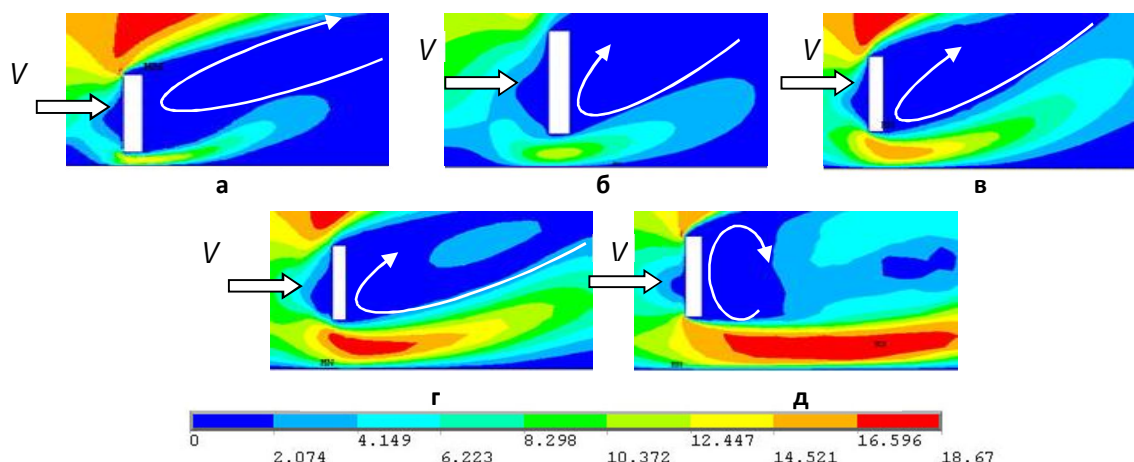


Рис.1. Контурные профили скорости между перегородкой и стенкой сферы при различных зазорах, $Re_{\theta}=1020$: а – $b_0 = 0,03$; б - $0,07$; в – $0,1$; г – $0,13$; д – $0,17$