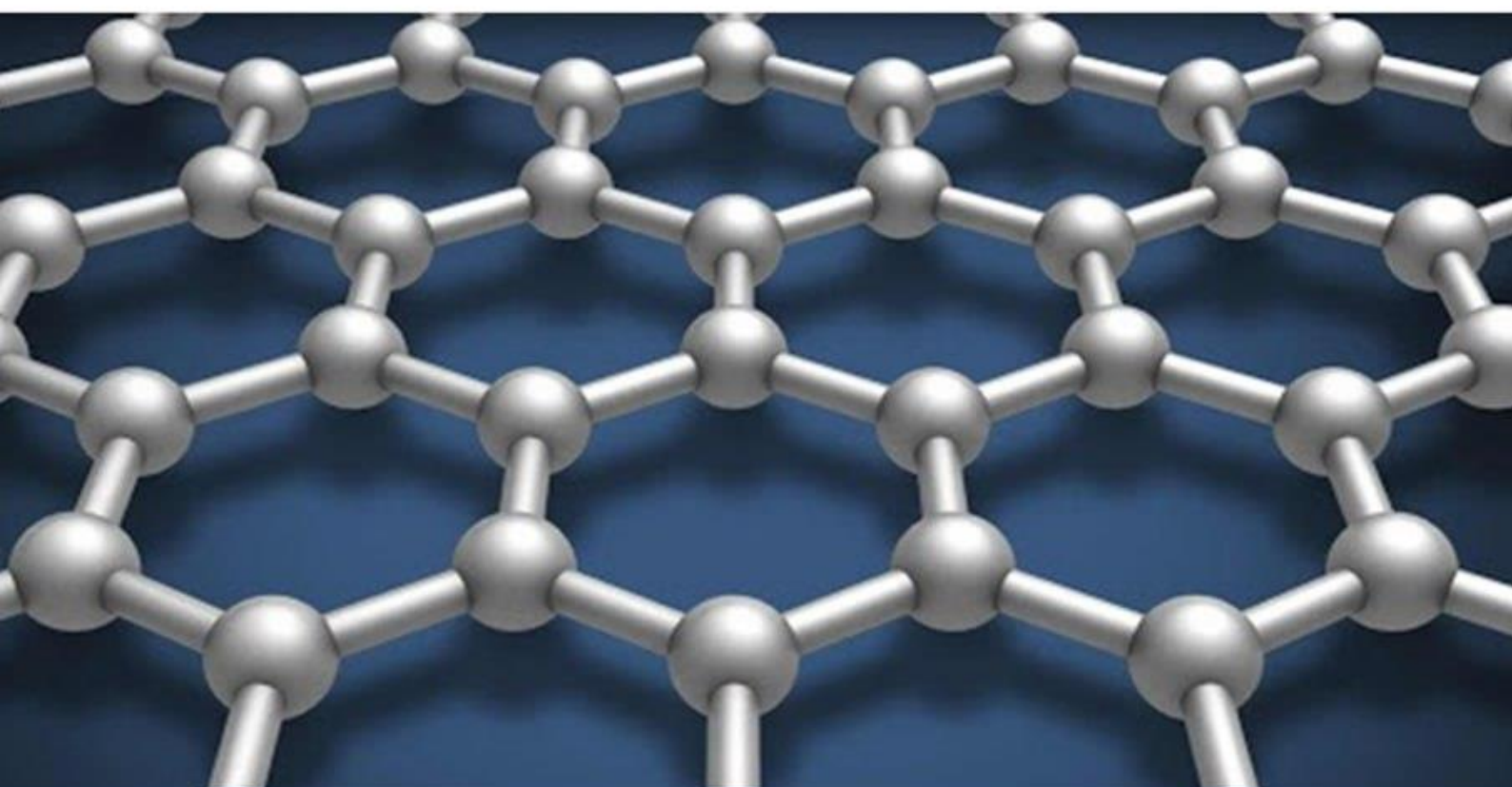


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

УДК 621.833:620

ОЦЕНКА ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ШЕСТЕРЕН ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ

А. Иргашев, Н.А. Эгамбердиева

В практике эксплуатации машин широко используется метод прогнозирования износостойкости деталей агрегатов машин по концентрации продуктов износа в масле. Данный метод направлен на определение общей концентрации продуктов износа, по которому можно судить о динамике износа всех деталей в агрегате. Отсутствием способов оценки распределения продуктов износа по отдельным или по группам деталей в агрегате, их линейный износ определять практически невозможно.

В работе рассмотрена динамика накопления продуктов износа в масле агрегата, состоящего из зубчатых колес, подшипников качения, зубчатых муфт и валов. Объем продуктов износа, выпадающих из перечисленных деталей в масло агрегата равен:

$$V_{\Sigma} = V_{\Sigma w} + V_{\Sigma n} + V_{\Sigma m} + V_{\Sigma в}, \text{ м}^3,$$

где $V_{\Sigma w}$ - объем продуктов износа зубьев шестерен, м^3 ; $V_{\Sigma n}$ - объем продуктов износа элементов подшипников качения, м^3 ; $V_{\Sigma m}$ - объем продуктов износа зубчатых муфт, м^3 ; $V_{\Sigma в}$ - объем продуктов износа валов и соединенной с ними ступицы, м^3 .

В зубчатых муфтах из-за отсутствия перемещения по высоте и незначительного смещения по длине зубьев, износ зубьев по их толщине практически отсутствует. Валы в агрегатах со ступицей, как правило, соединены с помощью шлицев, которые между собой не имеют относительного перемещения. Внутреннее кольцо подшипника устанавливается на вал шестерни с натягом, из-за чего от этих сопряжения в масло практически не выпадают продукты износа [1].

Таким образом, износостойкость деталей таких агрегатов машин только зависит от концентрации продуктов износа выпадающих в масло от зубчатых колес [2].

$$k_{\Sigma w} = \frac{V_{\Sigma w}}{V_{\Sigma}};$$

Общее количество продуктов износа, выпадающих в масло агрегата за один срок замены масла, составляет:

$$G_o = G + G_{ост}, \text{ кг},$$

где G - количество продуктов износа, выпадающих в масло в результате износа всех зубчатых колес в агрегате за один срок замены

масла, кг; $G_{ост}$ - остаточное количество продуктов износа, осевшие на дно картера агрегата после замены масла, кг.

Накопление продуктов износа в масле агрегата в происходит результате износа зубьев шестерен.

Предположим, что в агрегате работают n штук шестерен, изготовленных из стали с модулем зацепления (m) и длиной зуба (L). Если концентрация продуктов износа в масле составит ε_n , тогда общая масса продуктов износа, выпадающих в масло агрегата из зубьев:

$$G_n = \varepsilon_n G_M k_{\Sigma w}, \text{ кг}.$$

Объем продуктов износа:

$$V_n = \frac{\varepsilon_n G_n k_{\Sigma w}}{\gamma_n},$$

где γ_n - плотность продуктов износа, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Объемный износ одного зуба,

$$U_{v(1)} = \frac{mL(U_{\Sigma 1} + U_{H1} + 2U_{\Sigma 1})}{2}, \text{ м}^3;$$

где $U_{\Sigma 1}$ - линейный износ головки зуба, м; U_{H1} - линейный износ ножки зуба, м; $U_{\Sigma 1}$ - линейный износ зуба по делительной окружности, м.

Коэффициент, учитывающий высоту зацепления относительно делительной окружности ведущей шестерни, равен:

$$k = \frac{h_z}{l_1} = \frac{h_n}{l_1},$$

где h_z и h_n - высота головки и ножки зуба относительно начальной окружности ведущей шестерни, м; l_1 - длина отрезка по высоте зуба, м.

Величина линейного износа зубьев шестерен составляют: головок

$$U_{\Sigma o} = U_{\Sigma 1} + U_{\Sigma 2} + \dots + U_{\Sigma n}, \text{ м}^3,$$

ножек

$$U_{\Sigma n} = U_{H1} + U_{H2} + \dots + U_{Hn}, \text{ м}^3,$$

зоны качения

$$U_{\Sigma o} = U_{\Sigma 1} + U_{\Sigma 2} + \dots + U_{\Sigma n}, \text{ м}^3,$$

Тогда общий объемный износ одного зуба всех шестерен:

$$V_{vo} = \frac{mL(U_{\Sigma o} + U_{\Sigma n} + 2U_{\Sigma o})}{2}, \text{ м}^3.$$

Коэффициент распределения продуктов износа шестерни,

$$k_{un} = \frac{U_{vn}}{U_{vo}} = \frac{U_{zn} + U_{nn} + 2U_{\partial n}}{U_{zo} + U_{no} + 2U_{\partial o}}.$$

Объем продуктов износа, приходящихся на один зуб шестерни,

$$V_{nun} = \frac{v_n k_{un}}{z_n} = \frac{k_{\varepsilon w} \varepsilon_n G_m (U_{zn} + U_{nn} + 2U_{\partial n})}{\gamma_n z_2 (U_{zo} + U_{no} + 2U_{\partial o})}, \text{ м}^3;$$

объем продуктов износа, приходящая на один зуб шестерни за время t,

$$V_n = V_{nu1} + V_{nu2} + \dots + V_{nun} = \frac{k_w \varepsilon_n G}{\gamma_n z_1 z_2 \dots z_n} (z_2 z_3 \dots z_n k_{u1} + z_1 z_3 \dots z_n k_{u2} + \dots + z_1 z_2 z_{(n-1)} k_{un}), \text{ м}^3$$

где $z_1, z_2, \dots, z_n$ - число зубьев шестерен.

Объем продуктов износа, выпадающих в масло агрегата из одного зуба за полный срок службы, шестерни

$$V_{vnn} = \frac{mL(U_{rnn} + U_{nnn} + 2U_{\partial nn})}{2}, \text{ м}^3;$$

объемный износ одного зуба всех шестерен в агрегате:

$$V_{vno} = V_{vn1} + V_{vn2} + \dots + V_{vnn} = \frac{mL}{2} (U_{rm2} + \dots + U_{rmn} + U_{nn1} + U_{nn2} + \dots + U_{nnn} + 2U_{\partial n1} + 2U_{\partial n2} + \dots + 2U_{\partial nn}), \text{ м}^3,$$

где $2U_{\partial nn}$ - линейный износ головки, ножки зубьев и зоны начальных окружностей всех шестерен в агрегате.

Сумма линейного износа головок, ножек зубьев и зоны начальных окружностей:

$$U_{rno} = U_{rm1} + U_{rm2} + \dots + U_{rmn}, \text{ м}^3,$$

$$U_{nno} = U_{nn1} + U_{nn2} + \dots + U_{nnn}, \text{ м}^3,$$

$$U_{\partial no} = 2U_{\partial n1} + 2U_{\partial n2} + \dots + 2U_{\partial nn}, \text{ м}^3$$

Тогда общий объемный износ зубьев шестерен в агрегате:

$$V_{vno} = \frac{mL(U_{rno} + U_{nno} + 2U_{\partial no})}{2}, \text{ м}^3.$$

Концентрация продуктов износа, выпадающих из зубьев шестерен при замене масла в агрегате

$$\varepsilon_{nun} = \frac{V_{\varepsilon nm} \gamma_n}{k_{\varepsilon n} G_m} = \frac{[s_{cm}](2\Gamma_{\varepsilon} + \Gamma_n k_n + 905\Gamma_w k_w) \gamma_n}{288k_{\varepsilon n} G_m (2 + k_n + 8k_w)}$$

Общая концентрация продуктов износа, выпадающих за один срок замены масла в агрегате:

$$\varepsilon_{nu} = \frac{mL(U_{rno} + U_{nno} + 2U_{\partial no}) \gamma_n}{2G_m} +$$

$$+ \frac{[s_{cm}](2\Gamma_{\varepsilon} + \Gamma_n + k_n + 905\Gamma_w k_w) \gamma_n}{288k_{\varepsilon n} G_m (2 + k_n + 8k_w)}$$

Масса продуктов износа, выпадающих в масло агрегата в результате износа зубьев шестерен составляет:

$$G_{nuw} = \varepsilon_{nu} G_m k_{\varepsilon w},$$

где ε_{nu} - концентрация продуктов износа в масле агрегата.

Согласно технического условия на выбраковку зубчатых колес агрегатов трансмиссии машин, отработавших полный срок службы, независимо от механических свойств материалов и геометрических и кинематических параметров зацепления, должны иметь одинаковые величины износа зубьев всех шестерен. Тогда объем продуктов износа, приходящийся на один зуб шестерен в агрегате, равен:

$$V_{1nuw} = \frac{G_{nuw}}{z_c \gamma_n}, \text{ м}^3,$$

где z_c - суммарное количество зубьев шестерен в агрегате, $z_c = z_1 + z_2 + \dots + z_n$.

Учитывая то, что в шестернях наибольший износ происходит на головке и ножке зубьев шестерен, а наименьший износ в зоне качения, и учитывая, что износ зубьев по профилю меняются по линейному закону относительно высоте зуба [3].

Средняя величина линейного износа головки и ножки зуба, равна:

$$U_{cp} = \frac{k_{\varepsilon w} G_{nu}}{z_c \gamma_u L m}, \text{ м}.$$

Линейный износ головки (ножки) зуба с учетом проскальзывания между зубьями, равен:

$$U_{\varepsilon, n} = \frac{U_{cp} (1 \pm (z_w \pm 1) \sqrt{z_w^2 \sin^2 \alpha + 4z_w \pm 4 - z_w \sin \alpha})}{z_k z_w},$$

м.

В выражении знак плюс относится к головке, а знак минус к ножке зуба.

Линейный износ зуба зоны равен:

$$U_{\partial} = U_{cp} - \frac{(U_{\varepsilon} + U_n)}{2}, \text{ м}.$$

Таким образом, полученные аналитические зависимости показывают, что линейный износ зубьев шестерен увеличивается с ростом концентрации продуктов износа в масле, уменьшается с увеличением общего количества зубьев шестерен, длины зуба и модуля зацепления.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

- Н.С. Абед, С.С. Негматов, М. Рахимов. О механизме физико-химических взаимодействий компонентов композиционных полимерных материалов, наполненных неорганическими и органическими ингредиентами..... 3
- Д.М. Бердиев, В.М. Константинов, Т.Н. Ибодуллаев. Изучение процесса термоциклической обработки при нагреве без фазовой и с полной фазовой перекристаллизацией..... 11
- L.S. Raxmatullaev, M.O. Karimov, Sh.N. Qiyomov. Polietilenni organo mineral qo'shimchalar bilan modifikatsiyalash.. 13
- F.A. Khamdamova, O.S. Maksumova. Synthesis and properties of a monomeric complex compound based on acrylamide. 17
- А.Т. Шамишова, О.М. Исакова, Д.Н. Махкамova, З. Тураев, И.И. Усманов. Исследование взаимодействия компонентов в системе $\text{KNO}_3\text{-CuSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ 19
- Н.Н. Рахматуллаева, Л.В. Гальперин, З.Д. Эрматов, Н.С. Дуняшин. Исследование взаимодействия расплавленного металла и шлаков при автоматической дуговой сварке под слоем флюса..... 22
- Л.В. Гальперин, Н.Т. Рахматуллаева, Н.С. Дуняшин, З.Д. Эрматов. Исследование взаимодействия металла со сложными газами при разработке состава керамических флюсов для автоматической дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей..... 25
- A.F. Ishankulov. Polimerlar bilan ko'p komponentli gibridd kvant nuqtalari kompozitlarining lyuminestsensiyasi va optik-o'lcham xossalari..... 28
- Ш.М. Улашов, Г.А. Ихтиярова. Изучение взаимодействия аминополисахарида хитозана apis mellifera с глутаровым альдегидом..... 30
- A.A. Ermatova, X.Q. Abdushukurova, Sh.S. Ismoilova. Sorbtion-spektroskopik usulda og'ir va zaharli metallarni aniqlash..... 33
- A.A. Ermatova, N.S. Umirov, Sh.Q. Tashbayeva. Сирдарё вилояти тупроклари таркибидаги оғир ва захарли металлар микдори тахлили..... 35
- Sh.T. Khojiev, H.Sh. Sultonov, Sh.A. Muxametdjanova. Xalkopiritni magnetit bilan ta'sirlashish jarayonining ba'zi termodinamik jihatlari..... 37
- Б.А. Юсупов, У.К. Абдурахманова. Янтар кислотасининг янги ҳосилалари синтези..... 41
- А.Ш. Хусенов, А.Ж. Жонузов, Д.С. Камалова, Г. Рахманбердиев. Некоторые особенности химического строения хлоринулина..... 44
- М.И. Мамасалиева. Эффективное полимерное покрытие материалом PVDF..... 47
- Х.У. Усманова, Х.Ш. Бобожонов, З.А. Сманова. Алюминий ва индий ионларини атроф-мухит объектларидан сорбцион-флуоресцент усулда аниқлаш..... 50
- L.B. Pulatova, A.B. Kasimova. Advantages and characteristics of TPU filament over PLA filament when using 3D printing technology in clothes..... 53
- K.N. Sultonov, I.S. Sedalova. Zol-gel metodida TiO_2 nanokompozitmateriallar sintezi va tahlili..... 59
- S.X. Jamolov, M.A. Abdurazov. Rezina kukuni va polimer chiqindisini asfaltbeton qoplamasining mustahkamligini oshirishda sirt-faol kompozit material sifatida qo'llash texnologiyasi 62
- Ш. Урозов. Табиий минерал хомашёси асосида олинган ZSM-5 цеолит аналогининг адсорбцион хусусиятлари..... 66

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Н.Р. Шеркулова, Д.Т. Шодиев, Р.М. Давлатов. Изучение улучшения прочностных характеристик натурального хлопкового волокна при модификации..... 70
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Қаттиқ қотишмаларнинг физик-механик хоссаларини ошириш усуллари таҳлил қилиш..... 72
- А. Иргашев, Н.А. Эгамбердиева. Оценка износостойкости композиционных шестерен по концентрации продуктов износа в масле агрегатов..... 76
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Вольфрам карбид кобальти қаттиқ қотишма структура ва физик-механик хоссаларига ультрадисперс TiC заррачалар микдорининг таъсирини аниқлаш..... 78
- Н.А. Хусанов. Электроконтакт усулида қоплама қоплашда қоплама макро ва микроструктурасига қуқуннинг детал юзасига сиқишдаги бошланғич босим таъсирини тадқиқ этиш..... 83
- С.С. Самадов, Б.Ф. Мухиддинов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова. Исследование структуры, теплофизических и физико-механических свойств модифицированных эпоксидных композитов..... 84
- Kh.E. Fayzullaev. Study of the influence of fillers on developed composite materials for mechanical engineering..... 88
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Ультрадисперс TiC қуқуни микдорининг вольфрам карбид кобальти намуналарнинг физик-механик хоссаларига таъсирини аниқлаш..... 91
- Ю.И. Попкова, А.Я. Григорьев. Влияние микролегирования сталей насосно-компрессорных труб на их коррозионную стойкость в скважинных условиях нефтеносных месторождений..... 93

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- A.N. To'rayev, N.D. Turaxodjayev, Sh.N. Saidxodjayeva, Sh. Xudoyqulov, Sh.N. To'raxo'jayeva, R.X. Murodqosimov. Alyuminiy qirindilaridan ferroqotishma olish texnologiyasini ishlab chiqish..... 101
- A.A. Мухамедов, К.В. Гузашвили, З.Б. Мирзарахимова, Н.А. Воронков. Первичное обогащение каолиновых месторождений Узбекистана и применение их в производстве шамотных изделий..... 103