

На начальном этапе возбуждения землетрясением значения скорости и высоты цунами резко возрастают. Далее под действием диссипативных процессов гидродинамического сопротивления скорость распространения волны монотонно уменьшается, а с приближением к волнорезу происходит резкое торможение. Изменение скорости волны и уменьшение глубины на пути распространения определяют и характер изменения относительной высоты цунами, которая достигает 15 м перед волнорезом.

4. На основе анализа критериальной формы гидродинамической модели цунами и вариационных расчетов установлена существенная зависимость высоты волны цунами у побережья от следующих критериев:

$$C_1 = \frac{a_{эц} \Delta t_c h_{эц}}{H_{лс}}; \quad C_2 = \frac{L_{эц}}{L_0}; \quad C_3 = \frac{h_{к}}{h_{эц}}. \quad (29)$$

В частности, при расстоянии от эпицентра до побережья в два раза меньше, чем до промплощадки АЭС Fukushima-Daiichi (ориентировочно расположение от эпицентра АЭС Onagawa), высота волны может достигнуть 20 м (см. рис. 3). Эти результаты расчетного моделирования, а также вариационные расчеты по определению $\lambda_{сc}$ (см. рис. 2) подтверждают значительное влияние диссипативных гидродинамических потерь на основные параметры цунами.

Проектные и послепроектные (TEPCO – JSCE) оценки максимальной возможной высоты цунами у побережья АЭС Fukushima-Daiichi не учитывали в полной мере влияние критериев (29), что в конечном итоге и определило заниженность этих оценок. С другой стороны, предлагаемая гидродинамическая модель затопления промплощадки АЭС цунами не требует привлечения недостаточно обоснованных 300 – 500 % запасов по оценке высоты цунами, предлагаемых экспертами МАГАТЭ.

5. Основные ограничения предложенной гидродинамической модели затопления промплощадки связаны с принятыми допущениями по оценке отдельных исходных данных (размеры эпицентра землетрясения, рельеф дна, диссипативные потери и др. параметры), а также с усреднением скорости распространения волны по площади проходного сечения. Решение этих вопросов является перспективой усовершенствования предложенной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скалозубов В., Ключников А., Ващенко В., Яровой С. Анализ причин и последствий аварии на АЭС Fukushima как фактор предотвращения тяжелых аварий в корпусных реакторах. – Чернобыль: ИПБ АЭС НАНУ, 2012. – 280 с.

Mandzyuk Igor,
Khmelnitsky National University,
Professor, Doctor of Technical Sciences, the Faculty of Technology and Design,
Prysyazhna Catherine,
Khmelnitsky National University,
PhD student, the Faculty of Technology and Design,

Animal fats as an alternative raw material for developing formulations of lubricants

Мандзюк Ігор,
Хмельницький національний університет,
професор, доктор технічних наук, факультет технологій і дизайну
Присяжна Катерина,
Хмельницький національний університет
аспірант, факультет технологій і дизайну

Тваринні жири, як альтернативна сировина для розробки складів змащувальних матеріалів

Постановка наукової проблеми та її значення. Змащувальні матеріали залишаються однією з вагомих складових високоефективного функціонування будь-якого обладнання. Однак, у відповідності до підвищення вимог щодо захисту навколишнього середовища, умов експлуатації працюючого обладнання, визначальними стають екологічні питання.

З точки зору екологічних проблем по відношенню до змащувальних матеріалів технічного призначення можна виділити дві складові. Перша – пов'язана із сировинним забезпеченням, друга – що робити із відпрацьованими мастильними матеріалами? Як мінімізувати негативний вплив цих відходів на навколишнє середовище?

Стосовно першої проблеми слід зазначити, що основною сировиною для виготовлення змащувальних матеріалів на сьогоднішній час залишається нафта, існування нашої цивілізації у часі, з обмеженням обсягів добування, вартість змащувальних матеріалів буде весь час зростати. Тому актуальним стає питання пошуку відновлювальної сировини для виготовлення із неї мастильних матеріалів, наукових досліджень з розробки технологій.

Друга проблема визначається необхідністю розробки і впровадження безпечних технологій утилізації відпрацьованих мастил. Оптимальним рішенням цієї проблеми є використання таких змащувальних матеріалів, які здатні до самостійної біодеградації після закінчення їх "життєвого циклу".

Таким чином, поєднуючи обидва проблемних питання, можна сформулювати надзвичайно важливий і актуальний напрямок розробки змащувальних матеріалів на основі відновлювальної сировини, "життєвий цикл", яких не порушував коло екологічної безпеки (сировина-виготовлення матеріалу-експлуатація-біодеградація).

Аналіз досліджень визначеної проблеми. Вагомість зазначеного напрямку наукових досліджень, а саме технічного використання природних жирів у вузлах тертя, скоріш за все стане більш наглядно в середині XXI ст., як наслідок суттєвого зменшення ресурсів нафти і планетарного вирішення екологічних проблем.

Інтенсивні дослідження з технічного використання жирів в якості гідравлічних рідин, пластичних мастил, біопалива почалися в середині XX століття [1]. На сьогоднішній час продукти на основі рослинних олій займають незначний спектр на світовому ринку. Рослинні масла широко використовуються в хімічній промисловості для виробництва екологічно чистих поверхнево-активних речовин, високоякісних комбікормів, біодизельного палива, базової основи моторних, гідравлічних, пластичних мастил, різноманітних присадок до мастильних матеріалів.

Альтернативною сировиною для виготовлення пластичних змащувальних матеріалів можуть стати тваринні жири, сировинна база яких безмежна, здатність до біодеградації після використання наближається до 100%, трибо технічні характеристики яких достатньо високі. Тваринні жири, на відміну

від рослинних олій, є відходами м'ясопереробної промисловості, їх не потрібно спеціально вирощувати. Тому з точки зору екологічного підходу (аналіз життєвого циклу –LCA) [2], за всіма показниками тваринні жири мають значну перевагу над рослинними.

Однак, використання мастил на основі тваринних жирів обмежується, через їх низьку в'язкість та здатність до окислення в процесі експлуатації. Реакція окислення може привести до утворення нерозчинних сполук з великою молекулярною масою, наслідком цього є нестабільність в процесі експлуатації, важкість видалення із вузлів тертя та пошкодження металевих поверхонь механізмів [2].

Мета статті полягає у дослідженні запропонованого авторами, напрямку використання технологій рециклінгу полімерних відходів до розробки складів змащувальних матеріалів на основі тваринних жирів.

Задача досліджень на першому етапі полягала в отриманні інформації щодо вихідних характеристик природних жирів, аналізу інформації, її адаптуванню по відношенню до використання рециклів відходів ПЕТФ в якості структурних хімічних модифікаторів жирів для отримання ефективних змащувальних матеріалів.

Викладання основного матеріалу. Природні жири розглядаються нами, як суміш гліцеридів, утворених жирними кислотами і гліцерином, оскільки, рециклати синтезовані за розробленими технологіями [3], є олігомерами від обробки відходів ПЕТФ і гліцерину. Вміст насичених та ненасичених жирних кислот, що входять до складу природних жирів наведений у [4]. Порівняльний аналіз (таблиця 1) показує, що вміст олеїнової кислоти у яловичому жирі значно перевищує її вміст у ріпаковій і соняшниковій олії. Крім того, відсоток насичених кислот у яловичому жирі значно більший, відповідно стійкість його щодо подальших процесів полімеризації, під дією температури і світла буде значно вищою, підтвердженням чому є найменше значення йодного числа. Результати експериментальних досліджень з визначення йодного числа, показали що найбільша сумарна кількість ненасичених зв'язків спостерігається у соняшниковій олії, дещо менше у ріпаковій, а найменша у яловичого жиру.

Таблиця 1

Вміст жирних кислот у жирах

Назва кислоти	Відсотковий вміст кислоти, %						
	Яловичий жир	Курячий жир	Ріпакова олія	Соняшник ова олія	Гліцерид яловичого жиру	Гліцерид курячого жиру	Гліцерид ріпакової олії
Пальмітинова	26	-	-	5-7,6	-	-	-
Стеаринова	23	-	1,6	2,7-6,5	-	-	-
Олеїнова	41,5	-	22,5	14-39,4	-	-	-
Міристинова	31	-	1,5	0,2	-	-	-
Лінолева	1,8	-	14	48,3-74	-	-	-
Ліноленова	2	-	2,5	0,3	-	-	-
Гексадеценава	2,5	-	-	-	-	-	-
Арахінова	-	-	1,5	0,1-0,5	-	-	-
Ерукова	-	-	60,5	0,3	-	-	-
Лауринова	-	-	-	0,1	-	-	-
Гадолеїнова	-	-	-	0,3	-	-	-
Бегенова	-	-	-	0,3-1,5	-	-	-
Лігноцерінова	-	-	-	0,5	-	-	-
Докозодієнова	-	-	-	0,3	-	-	-
Йодне число*	27	67	89	142	34	42	81

*Йодне число визначали експериментальним шляхом за методикою [4].

При порівнянні йодного числа курячого і яловичого жиру видно, що значно більшу кількість ненасичених карбонових кислот має курячий жир.

Реометричні показники досліджуваних систем визначали на ротаційному віскозиметрі Brookfield CAP2000+, у діапазоні температур від 500С до 1400С, і швидкостях зсуву до 10670 с⁻¹. На рисунках 1-2 наведено графіки залежностей в'язкості від температури та швидкості зсуву для тваринних жирів та рослинних олій. Найбільші значення динамічної в'язкості у діапазоні від 500С до 1500С і швидкостей деформації зсуву спостерігаються для яловичого жиру, що цілком логічно, приймаючи до уваги його хімічний склад і значну долю насичених жирних кислот. На рисунках 3-4 наведено графіки залежностей в'язкості від температури та швидкості зсуву для гліцеридів синтезованих на основі тваринних жирів та рослинних олій.

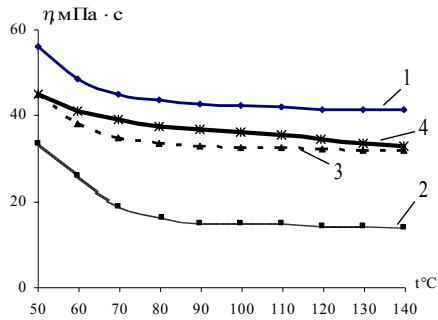


Рис.1. Залежність в'язкості від температури (при $\dot{\gamma} = 1300 \text{ c}^{-1}$) для тваринних жирів та рослинних олій
 1 – яловичий жир; 2 – курячий жир;
 3 – ріпакова олія; 4 – соняшникова олія

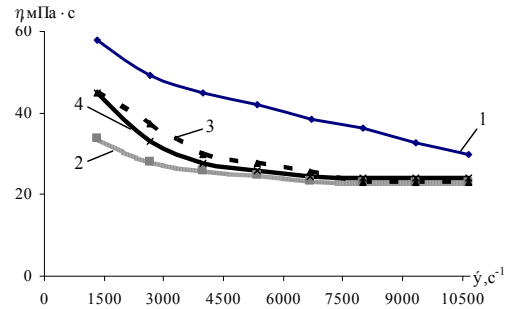


Рис.2. Залежність в'язкості від швидкості зсуву (при 50°С) для тваринних жирів та рослинних олій
 1 – яловичий жир; 2 – курячий жир;
 3 – ріпакова олія; 4 – соняшникова олія

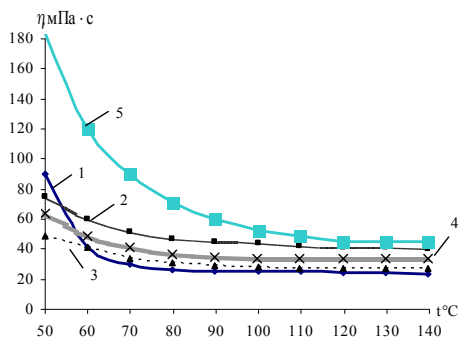


Рис.3. Залежність в'язкості від температури (при $\dot{\gamma} = 1300 \text{ c}^{-1}$) для гліцеридів синтезованих на основі тваринних жирів та рослинної олії
 1 – гліцерид яловичого жиру; 2 – гліцерид курячого жиру;
 3 – гліцерид ріпакової олії; 4 – гліцерид соняшникової олії;
 5 - гліцерин

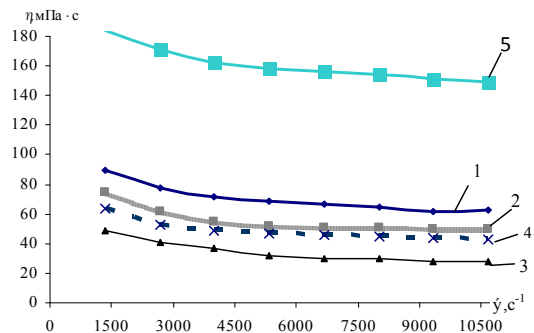


Рис.4. Залежність в'язкості від швидкості зсуву (при 50°С) для гліцеридів синтезованих на основі тваринних жирів та рослинної олії
 1 – гліцерид яловичого жиру; 2 – гліцерид курячого жиру;
 3 – гліцерид ріпакової олії; 4 – гліцерид соняшникової олії; 5 - гліцерин

В'язкість рідких олій (ріпакова та соняшникова), в залежності від тих самих параметрів мало відрізняються за характером зміни (рис.1-2). Слід відмітити зростання в'язкості гліцеридів, синтезованих із досліджених жирів, у порівнянні з в'язкістю чистих жирів. За характером течії дослідженні жири та їх гліцериди ведуть себе як в'язкопластичні рідини (рис.5), і з коефіцієнтом кореляції 90-98% апроксимується рівнянням Herschel-Balkley.

Нами досліджено зміну властивостей жирів і відповідних гліцеридів під дією температури і кисню повітря. Дослідженні зразки жирів піддавали термообробці за режимом $t=150^{\circ}\text{C}$, $\tau=0,5$ год, кількість циклів 20. Результати досліджень наведені на рис.6-7, в таблиці 2.

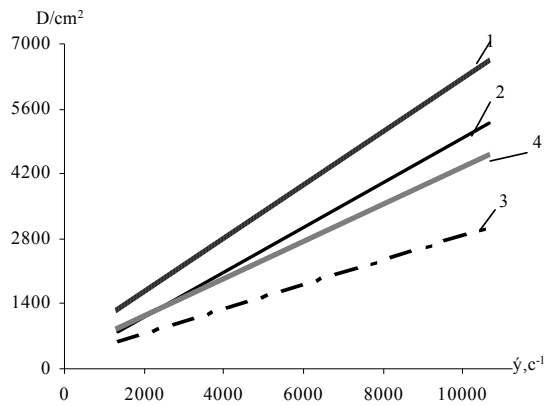


Рис. 5. Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву (при 50⁰С)
 1 – гліцерид яловичого жиру; 2 – гліцерид курячого жиру;
 3 – гліцерид ріпакової олії; 4 – гліцерид соняшникової олії;

Таблиця 2

Властивості жирів і їх гліцеридів після термообробки

Склад	Йодне число вихідної речовини	Йодне число після термообробки	Вихідна в'язкість, η_0 , при 50 ⁰ С, мПаС	Зміна в'язкості при 50 ⁰ С, % ⁽¹⁾	Зміна в'язкості при 100 ⁰ С, % ⁽²⁾	Зміна в'язкості при 140 ⁰ С, % ⁽³⁾
Соняшникова олія	140	124	45	+18	+22	+10
Ріпакова олія	90	82	45	0	+25	+35
Яловичий жир	27	24	56	-7	-14	-10
Курячий жир	67	55	34	+67	+70	+67
Гліцерид соняшникової олії	106	108	64	+9	+2	+2
Гліцерид ріпакової олії	81	82	50	+12	+13	+16
Гліцерид яловичого жиру	27	27	92	+10	+8	+9
Гліцерид курячого жиру	43	42	75	+8	+11	+10

$$\eta_{50} = \frac{\eta_i - \eta_0}{\eta_0} \cdot 100\%, \quad {}_2)\eta_{100} = \frac{\eta_i - \eta_0}{\eta_0} \cdot 100\%, \quad {}_3)\eta_{140} = \frac{\eta_i - \eta_0}{\eta_0} \cdot 100\%$$

Встановлена тенденція до зменшення йодного числа після термообробки вихідних жирів (соняшникова та ріпакова олії, курячий жир). Для яловичого жиру йодне число після термообробки практично не змінюється. Що стосується гліцеридів відповідних жирів, то після термообробки їх йодне число не змінюється.