

Є.М. Варламов¹, В.Г. Котух², К.М. Палєєва²

¹Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», Харків, Україна

²Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ, ЯКОСТІ Й ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОПОМІЖНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ

Проаналізовані питання використання допоміжного матеріалу технологічного призначення під час виготовлення або ремонту виробів транспортних трубопроводних систем. Виявлено, що цей матеріал є складною комбінацією хімічно активних речовин, має складну рецептуру, формується інгредієнтами й є різновидом випадкового процесу, який здійснює суттєвий вплив на екологічну безпеку транспортних трубопроводних систем.

Ключові слова: трубна арматура, транспортні трубопроводні системи, допоміжний матеріал, рецептура, якість надійність, екологічна безпека.

Постановка задачі

У теперішній час до функціональних показників прецизійних пар трубної арматури транспортних трубопроводних систем висуваються високі вимоги. Це пов'язано з тим, що робочі тиски енергоносія в таких системах прагне знайти «вузькі» місця витікань в трубній арматурі. Втрати енергоносія в транспортних трубопроводних системах не дають підстав судити по технічний стан будь-якого виробу таких систем, в тому числі трубної арматури. Це пояснюється тим, що ці енерговитрати під навантаженням вимірюються за різницею його витрати на вході й виході транспортної трубопроводної системи можуть бути достатньо близькі між собою й тому повинні вимірюватися з великою точністю за кожним окремим виробом транспортної системи.

Основними причинами несанкціонованого витікання енергоносія в транспортних трубопроводних системах є:

- негерметичність трубопроводів і арматури;
- скидання енергоносія (газу, рідини, нафти) у зовнішнє середовище за рахунок деформації конструктивних елементів трубної арматури;
- будова матеріалів конструктивних елементів трубної арматури, а також ущільнювальних вузлів насосів, газоперекачувальних агрегатів тощо;
- недосконала технологія проведення фінішних (доводочно-притиральних) робіт в технологічних процесах виготовлення або ремонту конструктивних елементів трубної арматури;
- зміна структури, форми і розмірів (деструкція) конструктивних елементів трубної арматури в процесі експлуатації транспортних трубопроводних

систем.

Слід зазначити також, що під час проведення фінішних (доводочно-притиральних) операцій, що проводяться під час виготовлення або ремонту конструктивних елементів трубної арматури тепло, що виділяється, може приводити до зміни фізико-механічних властивостей оброблюваних заготівель, а також до спотворення їх геометричної форми й розмірів. Окрім того хімічні активні інгредієнти й тверді часточки-зерна абразивно-доводочних сумішей також можуть впливати на стан поверхневого шару матеріалу, формуючи екологічну безпеку технологічного процесу, що проводиться. Цьому сприяє також загальна тенденція підвищення точності й посилення вимог до фізико-механічних властивостей виробів транспортних трубопроводних систем. От чому особлива роль в технологічних процесах виготовлення або ремонту виробів таких систем відводиться допоміжним матеріалам, необхідним для реалізації цих процесів [1, 8].

Аналіз існуючих підходів до оцінки якості допоміжних матеріалів технологічного призначення

Основа допоміжних матеріалів технологічного призначення, що застосовуються під час виготовлення або ремонту виробів транспортних трубопроводних систем (ТТС) складають, як правило, хімічно-активні, поверхнево-активні, вогне- й вибухонебезпечні речовини органічного й неорганічного походження. Слід сказати, що від складу й масової долі таких хімічних інгредієнтів залежить не тільки якість обробки елементів ТТС, але й екологічна без-

пека технологічного процесу їх виготовлення або ремонту. Особливе значення у вирішенні задач за даною проблемою належить теорії прогнозування формування складу ефективних допоміжних матеріалів, яка оцінюється технологічними, економічними, санітарно-екологічними й іншими показниками (рис. 1).



Рис. 1. Критерії оцінки якості допоміжних матеріалів, що використовуються під час виробництва й ремонту виробів транспортних трубопровідних систем

У зв'язку з цим під час проектування рецептури допоміжного матеріалу необхідно прагнути забезпечити мінімальні витрати на його розробку.

Постановка завдання

Основними завданнями даної статті є: аналіз питання використання допоміжного матеріалу технологічного призначення під час виготовлення або ремонту виробів транспортних трубопровідних систем, розробки його рецептури та процесу формування його властивостей з точки зору впливу на екологічну безпеку транспортних трубопровідних систем.

Викладання основного матеріалу

Стало загальноприйнятим, що зміна станів допоміжних матеріалів будь-якого технологічного призначення повинна розцінюватися як послідовна зміна його якості. Під терміном склад (рецептура) допоміжного матеріалу зазвичай розуміють «систе-

му». У загальному вигляді кожному фіксованому моменту часу відповідає миттєві стани системи, які фактично відображають вихідні показники будь-якого допоміжного матеріалу [6].

Тому якість допоміжного матеріалу – це, насамперед, його здатність функціонувати відповідно до якості допоміжного матеріалу технологічного призначення може бути як некерованим технологічним процесом, обумовленим сукупністю деяких явищ, так і керованим. Звідси його якість залежить від послідовності введення інгредієнтів в основну масу (суміш) або їх агрегування з урахуванням властивостей вихідних інгредієнтів, але й від технологічних режимів. Тому визначальним впливом на склад допоміжного виготовлюваного матеріалу, який впливає на надійність та екологічну безпеку ТТС є послідовний порядок введення інгредієнтів до складу основної маси матеріалу й методи їх впливу на формування властивостей якості [4, 5].

Допоміжний матеріал визначають наступні категорії: інгредієнт, його масова доля, відношення, властивості. Однозначне й повне значення цих категорій повністю визначає склад матеріалу, його структуру, якість, ефективність. Проектування рецептур допоміжних матеріалів, за якого на перше місце висуваються на аналіз складових частин або окремих інгредієнтів, а характеристика системи у цілому на підставі розкриття механізмів взаємодії інгредієнтів та цілісність складу, називають системним підходом. Отже, допоміжний матеріал можна розглядати як функціонування деякої системи в формі складних комбінацій хімічно-поверхнево активних та інших речовин. Отже якість абразивно-доводочних, полірувальних сумішей, мийно-очищувальних складів для технологічних цілей, електролітів, формувальних ливарних сумішей, змащувально-охолоджувальних рідин тощо, розглядаються як послідовна зміна стану системи у часі (рис. 2). У загальному виді кожному фіксованому моменту часу відповідає миттєвий стан системи, яка фактично відображає вихідні показники допоміжного матеріалу [3].

У цьому випадку зв'язок описаних логічних положень можна описати набором чисел: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, які описують основні показники допоміжного матеріалу з необхідним наближенням до дійсної якості. Виготовлений той чи інший допоміжний матеріал під час зберігання, транспортування, яка не приймає до уваги умови його експлуатації, з одного боку, не позбавлена реакцій, викликаних фізичною, хімічною, композиційною або формоутворювальною несумісностями. З іншого боку, на склад впливає волога, гази, пари, оточуюча температура тощо, що накладає певний відбиток на якість [8, 9].

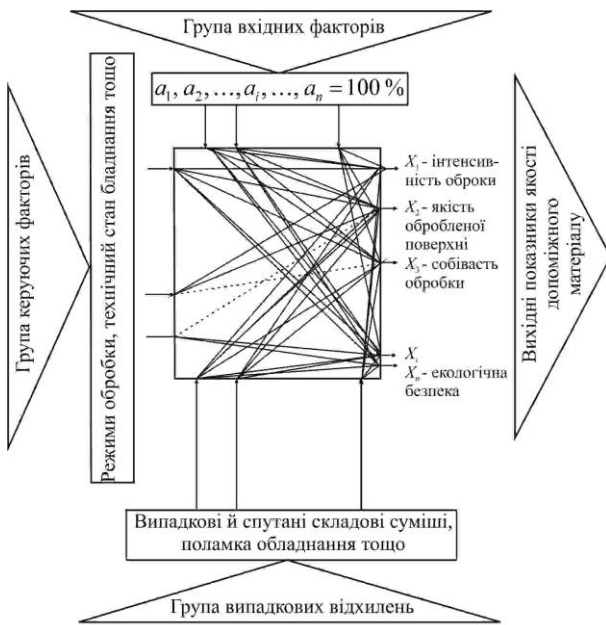


Рис. 2. Модель формування збудовального впливу на вихідні показники допоміжного матеріалу

Основними характеристиками системи допоміжного матеріалу є ті критерії, якими оцінюється система. Багато критеріїв не є сигналами у системі, що функціонує, але їх слід знати й вміти визначати з тим, щоб віддати перевагу тому чи іншому варіанту – оцінювальному критерію якості. При цьому, якщо ж є характеристики допоміжного матеріалу, які не є безпосередньо визначними, в ході експлуатації елемента ТГС та не мають чисельних значень, то для їх визначення необхідно побудувати систему логічних й аналітично пов'язаних залежностей. Це значить, що необхідно враховувати усі аспекти, які дозволяють створювати рецептури допоміжного матеріалу, яке відповідає більш повній вимозі технології, економії й екології [5, 7].

У зв'язку з тим, що показники якості одного й того саме хімічного інгредієнту не можуть бути постійними, то якість допоміжного матеріалу буде мати різні технологічні характеристики [4].

Такі технологічні характеристики складу допоміжного матеріалу залучені в багатовимірний простір, а величини $a_1(t), a_2(t), a_3(t), \dots, a_n(t)$, відбивають основні показники допоміжного матеріалу у часовій залежності, можна інтерпретувати як координати точки в n -мірному фазовому просторі. Тоді сукупність точок в такому фазовому просторі, яка описує стан системи, буде проявляти собою певну, строго направлену траєкторію такої системи. Ці технологічні характеристики можуть бути основними для допоміжного матеріалу технологічного призначення, а показники, які визначають його попередній стан, називаються вихідними. Тому для кожного допоміжного матеріалу є якісь вихідні стани. У свою чергу усі показники допоміжного матеріалу у сукупності дозволяють характеризувати його як те-

хнологічний процес деяким критерієм, який в n -мірному просторі показників приймає вигляд вектора стану допоміжного матеріалу [3, 6].

Розглянемо графічну інтерпретацію формування якості допоміжного матеріалу і його складових у векторній площині часових показників (рис. 3). Позначимо вектор технологічного стану ідеального допоміжного матеріалу як x (рис. 3), який є узагальненою еталонною характеристикою для даного допоміжного матеріалу. У дійсності вектор стану реального допоміжного матеріалу \bar{x}_0 не співпадає з вектором \bar{x} . З метою максимального зближення технологічних станів реального й ідеального допоміжного стану відкладемо за віссю ординат відрізки $\Delta\bar{x}_{M_0} - \Delta\bar{x}_M$ та $\Delta\bar{x}_{H_0} - \Delta\bar{x}_H$, які відповідають вихідним й необхідним технологічним станами необхідних інгредієнтів для покращення допоміжного матеріалу. Результуючими векторами для технологічних станів цих інгредієнтів будуть відповідно вектори $\Delta\bar{x}_M$ та $\Delta\bar{x}_H$ на відрізках часу $\Delta t_{M_0} - \Delta t_M$ та $\Delta t_{H_0} - \Delta t_H$ відповідно. У цьому випадку в точці, яка відповідає моменту часу t_H технологічні стани реального й ідеального технологічних станів будуть однакові. Відрізок $\Delta\bar{x}$, який з'єднує вершини векторів реального й ідеального технологічних станів допоміжного матеріалу називають похибкою його якості. На практиці причинами похибки $\Delta\bar{x}$ якості допоміжного матеріалу можуть бути:

- відхилення від теоретичного подання якості допоміжного матеріалу, як наслідок обмежених можливостей в сировині;
- відсутність надійних методів й засобів оцінки властивостей інгредієнтів допоміжних матеріалів;
- відхилення в показниках вихідних інгредієнтів допоміжних матеріалів;
- відхилення в показниках технологічного процесу отримання допоміжного матеріалу, які регламентують його якісні характеристики [1, 4].

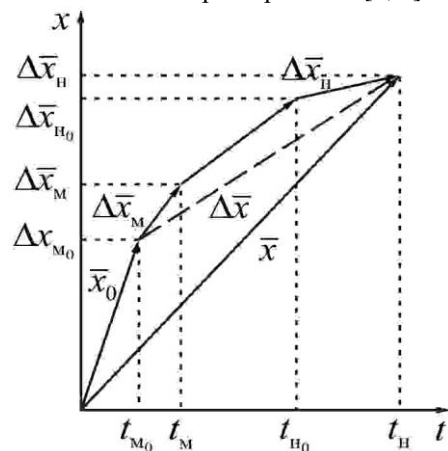


Рис. 3. Графічна інтерпретація формування якості допоміжного матеріалу та його складових у векторній площині показників

Перша група відхилень складає похибки обраного методу оптимізації складу допоміжного матеріалу, яку називають методичною похибкою технологічного процесу. Друга група відхилень характеризує похибки вихідних матеріалів (сировини), або вхідну похибку. Похибки, як вносять у якості допоміжного матеріалу, – це похибки виробників, викликані недосконалістю технологічного обладнання, режимів виробництва, впливом зовнішнього середовища, складають похибки третьої групи. Ця група похибок характеризує так звану «робочу» похибку [3, 7].

Досвід хімічних підприємств показує, що в розроблені та розроблені рецептури допоміжних матеріалів технологічного призначення закладається комплекс вихідних властивостей, а самі рецептури є складними, багато градієнтними складами, причому формування композиції допоміжного матеріалу формується агрегуванням. У цьому випадку отримання агрегатів, що здійснюється у вигляді автономного процесу, передбачає певний регламент налагодження «консервованості» інгредієнтів у допоміжному матеріалі. пошук вихідних співвідношень інгредієнтів будь-якого допоміжного матеріалу, наприклад миюче-очищувальних та змащувально-охолоджувальних засобів – це встановлення довірчих меж, у яких ці дані будуть реальними й будуть складати основу керованого методу проектування рецептури допоміжного матеріалу [2, 4].

Інтегральна оцінка якості допоміжного матеріалу технологічного призначення – це пошук найкращого варіанту за складом, враховуючи, насамперед, надійність та екологічну безпеку елементів ТС. У теперішній час розроблена загальна схема робіт за автоматизованого проектування рецептури допоміжних матеріалів технологічного призначення (рис. 4).

У її основу покладений агрегативний метод проектування складу (структури) допоміжного матеріалу технологічного призначення, оснований на компонуванні агрегатів, які можуть об'єднуватися в окремі частини, що регламентуються рецептурою. Основною задачею даного методу є надання майбутньому допоміжному матеріалу максимально потенційної енергії, а також збільшення його строків зберігання й зниження небезпеки впливу допоміжного матеріалу на оточуюче середовище.

У цьому випадку до інгредієнту як основного елементу агрегування, так і до самого агрегату висуваються наступні вимоги [1]:

- виконання певних функцій;
- розмірність впорядкованості;
- фізична й хімічна сумісність;
- можливість використання в різних рецептурах допоміжних матеріалів, яка не витрачає функціонального призначення та технологічних властивостей;

– високий рівень якості, спрямований на підвищення надійності й довговічності оброблюваних виробів.



Рис. 4. Загальна схема робіт з автоматизованого проектування рецептур (складу) допоміжних матеріалів

Створюючи рецептуру допоміжного матеріалу агрегатним методом усі питання проектування ґрунтуються на наступних принципах [6, 10]:

– інгредієнти допоміжного матеріалу повинні мати універсальне застосування, тобто можуть використовуватися за своєю функцією в різноманітних допоміжних матеріалах;

– зміна стану уніфікованих груп-агрегатів та їх зв'язків повинні якісно або кількісно змінювати цільові властивості (працездатність) готових допоміжних матеріалів.

Створення рецептур (марок) допоміжних матеріалів на основі перелічених принципів й буде означати використання агрегатного методу. Маючи певні агрегати (інгредієнти та їх суміші) і знаючи їх вихідні показники, можна спроектувати будь-який склад допоміжного матеріалу відповідно до вимог забезпечення надійності й екологічної безпеки елементів ТТС.

Висновки

1. Вимоги до параметрів принципів пар трубої арматури транспортних трубопроводних систем вельми високі й пов'язані з проблемами старіння матеріалів конструктивних елементів арматури, а

також недосконалістю технології доводочно-притиральних робіт в процесі її виготовлення або ремонту.

2. Основні допоміжні матеріали технологічного призначення, що застосовуються під час виготовлення або ремонту виробів транспортних трубопровідних систем складають хімічно-активні, поверхнево-активні, вогне- та вибухонебезпечні речовини органічного й неорганічного походження.

3. Під час проектування рецептур допоміжного матеріалу технологічного призначення необхідно прагнути забезпечити мінімальні витрати на його розробку.

4. Якість допоміжного матеріалу – це його здатність функціонувати у відповідності х вихідними показниками у часі.

5. Допоміжний матеріал технологічного призначення слід розглядати як функціонування деякої системи у формі складних комбінацій хімічно-поверхнево активних та інших речовин.

6. Для показників допоміжного матеріалу, які не є безпосередньо визначними в ході експлуатації виробу транспортних трубопровідних систем та не мають чисельних значень, необхідно побудувати систему логічно і аналітично пов'язаних залежностей, які враховують усі аспекти рецептури матеріалу.

7. У ході реалізації технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу транспортної трубопровідної системи допоміжний матеріал слід розглядати як різновид випадкового процесу, який здійснює певний вплив на його екологічну безпеку.

8. Усі показники допоміжного матеріалу у сукупності дозволяють характеризувати його як технологічний процес деяким критерієм, який в п-мірному просторі показників приймає вигляд вектора технологічного стану допоміжного матеріалу.

9. Досвід хімічних підприємств показує, що в рецептурі допоміжних матеріалів технологічного призначення закладається комплекс вихідних властивостей, а самі рецептури є складними, багато градієнтними складами, що формуються агрегуванням.

10. Інтегральна оцінка якості допоміжного матеріалу технологічного призначення – це пошук кращого варіанту за складом, з урахуванням надійності й екологічної безпеки виробів транспортних трубопровідних систем.

Література

1. Kotukh, V., Kaptsova, N., Pakhomov, Y., Kosenko, V. (2018). Information model of registration and analysis of technological factors arising during final processing of products of transport pipeline systems. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 1(2), 73-76.
2. Капцов, І. І. До питання ефективності використання трубної арматури транспортних трубопровідних систем

за техніко-економічним критерієм [Текст] / І. І. Капцов, В. Г. Котух, Н. І. Капцова, К. М. Палєєва, Є. О. Мартиненко // Комунальне господарство міст. – Харків, – 2018. Вип. 142. – С. 32-39.

3. Капцов, І. І. Технологія ремонту газового обладнання і трубопровідних систем : монографія [Текст] / І. І. Капцов, В. Г. Котух, Ю. В. Пахомов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 232 с.

4. Ящерицин, П. І. Працездатність вузлів тертя машин [Текст] / П. І. Ящерицин, Ю. В. Скоринін. – Мінськ : Наука і техніка, 1994. – 288 с.

5. Колегаєв, Р. Н. Економічна оцінка якості і оптимізація системи ремонту машин [Текст] / Р. Н. Колегаєв. – Москва : Машинобудування, 1980. – 239 с.

6. Аліфасов, О. В. Технологічні процеси пластичної деформації в машинобудування [Текст] / О. В. Аліфасов, Л. В. Захарович та ін. – Мінськ : Наука і техніка, 1990. – 208 с.

7. Дехтеринський, Л. В. Деякі теоретичні питання технології ремонту машин [Текст] / Л. В. Дехтеринський. – Москва : Вища школа, 1970. – 195 с.

8. Рижов, Є. В. Технологічне забезпечення експлуатаційних властивостей деталей машин [Текст] / Є. В. Рижов, О. Г. Суслов, В. П. Федоров. – Москва : Машинобудування, 1979. – 176 с.

9. Ковалко, М. П. Методи та засоби підвищення ефективності функціонування систем трубопровідного транспорту газу [Текст] / М. П. Ковалко. – Київ : Українські енциклопедичні знання, 2001. – 287 с.

10. Капцов, І. І. Скорочення втрат газу на магістральних газопроводах [Текст] / І. І. Капцов. – Москва: Недра, 1988. – 160 с.

References

1. Kotukh, V., Kaptsova, N., Pakhomov, Y., Kosenko, V. (2018). Information model of registration and analysis of technological factors arising during final processing of products of transport pipeline systems. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 1(2), 73-76.
2. Kaptsov, I. I., Kotukh, V. G., Kaptsova, N. I., Paleeva, K. M., Martynenko, Ye. A. (2018). To the question of efficiency of use of pipe fittings of transport pipeline systems by technical and economic criterion. *Municipal utilities of cities*. 142, 32-39.
3. Kaptsov, I. I. (2016). Technology of repair of gas equipment and pipeline systems: monograph. Kharkiv: KhNUMG them. O. M. Beketova. 232.
4. Yashcheritsyn, P. I., Skorynin, Yu. V. (1994). Workability of friction units of machines. Minsk: Science and Technology. 288.
5. Kolegaev, R. N. (1980). Economic quality assessment and optimization of machine repair system. Moscow: Mechanical Engineering. 239.
6. Alifasov, O. V., Zakharovich, L. V. (1990). Technological processes of plastic deformation in mechanical engineering. Minsk: Science and Technology. 208.
7. Dekhterinsky, L. V. (1970). Some theoretical issues of machine repair technology. Moscow: Higher school. 195.
8. Ryzhov, E. V., Suslov, O. G., Fedorov, V. P. (1979). Technological support of operational properties of machine parts. Moscow: Mechanical Engineering. 176.
9. Kovalko, M. P. (2001). Methods and means of increasing the efficiency of functioning of gas pipeline transport systems.

Київ: Ukrainian encyclopedic knowledge. 287.

10. Kaptsov, I. I. (1988). Reduction of gas losses on main gas pipelines. Moscow: Nedra. 160.

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. Харченко В. Ф., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна.

Автор: ВАРЛАМОВ Євгеній Миколайович
к.т.н., с.н.с., завідуючий сектором засобів і методів моніторингу навколишнього природного середовища
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»
E-mail – varlamov.niiep@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3405-1784>

Автор: КОТУХ Володимир Григорович
к.т.н., с.н.с., доцент, доцент кафедри Нафтогазової інженерії і технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – Volodimir.Kotuh@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6679-8620>

Автор: ПАЛЄСВА Катерина Миколаївна
асистент кафедри Нафтогазової інженерії і технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – KAT_81P@i.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7588-8292>

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSMENT OF RELIABILITY, QUALITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF SUPPLEMENTARY MATERIAL FOR MANUFACTURE OF TRANSPORT PIPELINES

Y. Varlamov¹, V. Kotukh², K. Palyeyeva²

¹Research Institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems", Kharkiv, Ukraine

²O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

When carrying out finishing (finishing and lapping) operations necessary for the manufacture (repair) of products of transport pipeline systems, special attention is paid to the auxiliary materials necessary for the implementation of this technological process. The basis of these materials are chemically active, surfactant, flammable and explosive substances of organic and inorganic origin, developed according to a certain recipe in a strict combination of ingredients and with high requirements for quality output.

During the implementation of the technological process of manufacturing or repair of products of transport pipeline systems, the auxiliary material is often considered as a kind of random process that has a certain impact on the environmental safety of these systems. This material for technological purposes is characterized by a number of indicators that do not have numerical values, but to interpret them it is necessary to build a system of logical and analytically related relationships, taking into account the required formulation of auxiliary material. In practice, these indicators of the material represent some criterion (criteria), which in the n-dimensional space can be represented as a vector of the technological state of the auxiliary material on the basis of its integrated evaluation.

At present, a general scheme of work on the automated design of the formulation of auxiliary material based on the aggregate design method has been developed. The task of this method is to give the developed auxiliary material the maximum potential energy, as well as to increase its shelf life and reduce the risk of environmental impact. In addition, there are certain requirements for the ingredients of the material, and the formulation of the auxiliary material is based on the use of such ingredients that would ensure the reliability, quality and environmental safety of the operation of transport pipelines.

Keywords: pipe fittings, transport piping systems, auxiliary material, recipe, quality, reliability, environmental safety.