

фронту імпульсів тиску Δt , а також величини радіусу зони зміненої проникності Δl . Значення Δl вираховують за результатами гідродинамічних досліджень пласта на основі стандартних методик, а тривалість переднього фронту імпульсу тиску для конкретного імпульсного генератора встановлюють не меншою за відношення $\Delta l/C$.

Після імпульсно-хвильової дії створюється оптимальна для конкретних геолого-технічних умов депресія на пласт.

З допомогою струминного насоса шукають оптимальне значення депресії, при якому кількість колючих речовин в пробах рідини, що беруться на викиді циркуляційної системи через проміжки часу, буде мінімальною, а приплив рідини із пласта – стабільним.

В ІФДТУНГ розроблені і випробувані в промислових умовах глибинні генератори пружних коливань неперервної та імпульсної дії з діапазоном частот 0,1Гц до 40 кГц і акустичною інтенсивністю до 10 Вт/см².

Спільно із науково-виробничою фірмою “Інтекс” розроблені технології імпульсно-хвильової дії на обводнені нафтові пласти, які успішно застосовуються на нафтових родовищах України, Польщі, Китаю.

1. Крутин В.Н. Механизм акустической интенсификации притоков нефти из продуктивных пластов // НТВ “Каротажник”. – Тверь: ГЕРС, 1998. – Вып.42. 2. Горбачев Ю.И. Физико-химические основы ультразвуковой очистки призабойной зоны нефтяных скважин // НТВ “Каротажник”. – Тверь: ГЕРС. 1999. – Вып.57. 3. Горбачев Ю.И. Акустическое воздействие и повышение рентабельности разработки нефтяных месторождений // НТВ “Каротажник”. – Тверь: ГЕРС. 2000. – Вып.60.

УДК 621.74:621.926:539.3

С.М. БАРЧАН, А.Д. ЧЕПУРНИЙ, М.А. ТКАЧУК*

ВАТ “ГСКТР”, м. Маріуполь,

*Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків

РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕШІТКИ ВИБИВАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТУЮЧОЇ У СКЛАДІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ КРУПНОГО ВАГОННОГО ЛИТВА

© Барчан С.М., Чепурний А.Д., Ткачук М.А., 2006

Розглянуто роботу вибивального устаткування у складі автоматизованої формувальної лінії крупного литва. Запропоновано принципово новий підхід до організації наукових досліджень і обґрунтування вибору конструктивних схем устаткування на основі узагальненого параметричного опису складних механічних систем.

In the article the analysis of work of knock-out equipment amounting to the automated forming line of the large casting is conducted. Fundamentally new approach is offered to organization of scientific researches and grounded choice of structural schemes of equipment on the basis of generalized parametrical description of complicated mechanical systems.

Постановка проблеми. Найпоширенішим способом вибивання ливарних форм у сучасних умовах продовжує залишатися вибивання на вибивальних решітках-грохотах.

Коливання решітки передаються залитій формі. Поєднання мас решітки форми, яка вибивається, режим коливань розраховують і підбирають так, щоб форма підкидалася вгору на деяку висоту, а при падінні співударялась із вибивальною решіткою. Ударні й інерційні імпульси, які при цьому виникають, спочатку розгойдують і порушують зв'язки між литвом, сумішшю і стрижнями, а потім в розділених елементах, через різницю їх мас, створюються різні прискорення, з'являється і збільшується число співударів між ними. В цих умовах ущільнена суміш і стрижні, які мають меншу міцність, ніж метал, інтенсивно руйнуються. Коми подрібнюються як від співударів з решіткою і литвом, так і від співударів один з одним.

Для використання в комплексних автоматичних ливарних лініях створено транспортуючі вибивальні решітки. Транспортування здійснюється за рахунок направлених коливань, які мають, окрім вертикальної спрямованості ще й деяку горизонтальну складову, від величини якої залежить швидкість транспортування [1].

Під час проектування елементів вибивальних транспортуючих решіток найбільш актуальною і найважливішою проблемою є створення нових підходів, схем і алгоритмів вибору їх конструктивних схем і параметрів на основі числового моделювання і експериментального дослідження динамічних процесів в найбільш навантажених і відповідальних елементах конструкції. Саме системний підхід до процесу проектування допоможе розв'язати значну частину проблем у проектуванні елементів вибивальних транспортуючих решіток.

Аналіз останніх досягнень і наявних конструктивних рішень. Вибивальні решітки з транспортуванням виконують інерційними. В них застосовують віброзбуджувачі як кругової, так і напрямленої дії. В цих решітках віброзбуджувач розташовано несиметрично відносно опор, завдяки чому збуджуюче зусилля, яке він створює, є напрямленим під кутом до полотна решітки, чим і досягається ефект транспортування [2]. Решітки, одночасно з відділенням суміші і вибиванням стрижнів, здійснюють напрямлене транспортування литва до розвантажувального торця. Характерною особливістю цих решіток є збільшена довжина, яка в 4-5 разів перевищує ширину.

Час перебування литва на решітці не перевищує 1,5-2 хвилин. Збільшення довжини полотна до 5-8 м і необхідність регулювання швидкості переміщення литва вздовж полотна потребували створення для цих решіток спеціальних двовалових вібраторів направленої дії, які дозволять міняти в широкому діапазоні напрям збуджувальної сили відносно площини полотна [3].

Для вибивання литва і суміші з опок без хрестовин застосовуються механізми, що прошивають (видавлюють). При цьому, в процесі видавлювання кома суміші з литвом, дорогі опоки формувальних ліній не піддаються впливу руйнівної дії механізмів, які прошивають, що характерно для вибивальних решіток.

Необхідно звертати увагу на такі особливості. На автоматичних формувальних лініях, за допомогою спеціального механізму, ком з литвом видавлюється з форми і надходить на вибивальну решітку. Зважаючи на велику кількість суміші, її дроблення пов'язане зі значними труднощами.

Литво на товстому шарі суміші слабо взаємодіє з вибивальною решіткою, оскільки відсутній пружний удар. Коефіцієнт R відновлення швидкості при ударі дорівнює нулю, тому суміш забиває прорізи решітки, гойдається разом з нею, не співударяється і не розбивається. Ефективним засобом дроблення суміші в цьому випадку є застосування вибивальної решітки з вкладним полотном, яке встановлюють на вибивальну раму. При цьому зберігається характер робочого процесу інерційної вибивальної решітки, а роль опоки відіграє вкладне полотно. Коефіцієнт відновлення швидкості при ударі R дорівнює 0,2-0,3 [4].

Після заливання форми і певної витримки навколо затверділого металу утворюється міцний шар, він існує по всій площині рознімання опок і на верхній площині верхньої опоки. Нижня площа нижньої опоки не має міцного шару. Решту всього простору у формі зайнято зоною конденсації вологи. Найбільша вологість в нижній опоці, оскільки нижня опока холодніша. Наповнювальна суміш в зоні конденсації вологи не має меншої міцності, оскільки є перезволоженою.

Загальна міцність форми, залитої металом, нижча, ніж незалитої форми. У залитій формі можуть з'являтися надміцні куски суміші, які утворилися за рахунок спікання стрижнів і облицювальної суміші. Їх присутність впливає на процес вибивання литва, особливо на другу операцію процесу – дроблення суміші.

Міцні куски суміші забивають комірки решіток і перешкоджають проходженню основної маси суміші. Зазначене явище вимагає збільшення розміру комірок для забезпечення проходження крупних кусків.

У зв'язку з цим рекомендується розділити процес вибивання на 2 операції: перша – руйнування форми на блоці інерційних ударних решіток, друга – дроблення міцних кусків формувальної суміші на інерційній вибивальній решітці, яка оснащена полотном з комірками меншого розміру. Розділення процесу на операції зменшує час його виконання [5]. Переваги вищезгаданої рекомендації відзначені також і в іншому джерелі [6].

Формулювання мети досліджень. Ураховуючи важливість науково обгрунтованого вибору конструктивних рішень, конструктивних, технологічних і експлуатаційних параметрів транспортуючих вибивальних решіток, актуальним завданням є розроблення структурної схеми організації досліджень цих конструкцій для підвищення ефективності числових і експериментальних досліджень міцності, жорсткості і розв'язання, на основі цих критеріїв, сформульованих задач синтезу, що і є предметом даної роботи.

Методика проектування елементів решітки для вибивання крупного вагонного литва. Процес проектування і модернізації установок для вибивання литва (УВЛ) пропонується організувати за схемою, яка враховує зв'язок і взаємовплив розрахункових і експериментальних етапів дослідження.

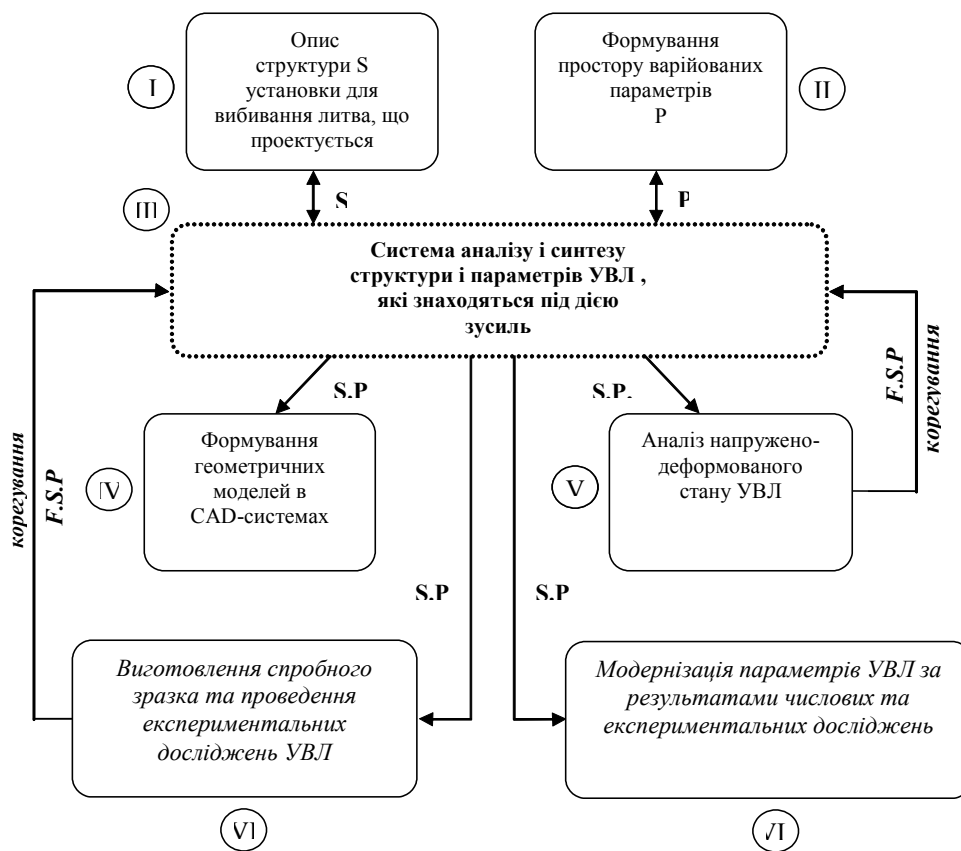


Рис. 1. Структурна схема для організації процесу досліджень установки для вибивання литва

На рис. 1 наведено структурну схему організації процесу, яка основана на системному підході до проектування [7] і узагальненому параметричному підході, запропонованому для описування складних машинобудівних конструкцій в роботі [8].

Ітераційний процес уточнення параметрів (зворотний зв'язок етапів IV-III і V-III (див. рис. 1)) організовано на основі підходів, що описані в [9-11].

Для організації досліджень за запропонованою схемою необхідне створення спеціалізованого програмно-апаратного комплексу (ПАК). На рис. 2 наведено схему інформаційних потоків у створюваному програмно-апаратному комплексі "ПАК-УВЛ".

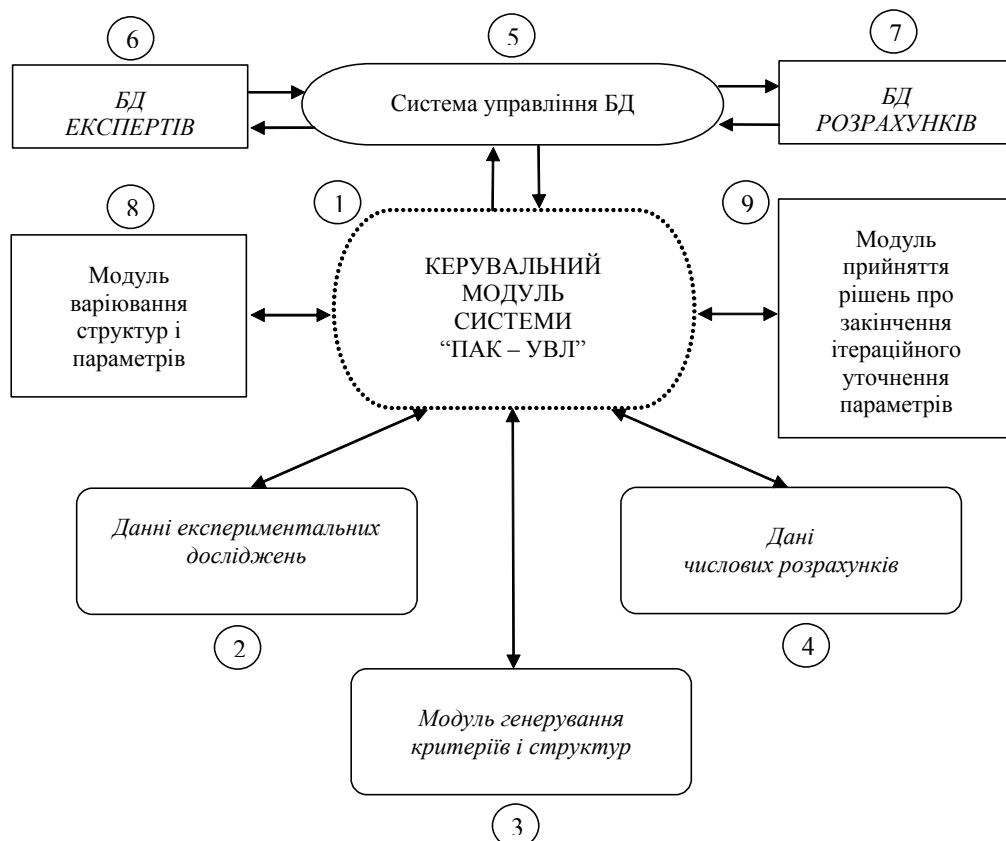


Рис. 2. Схема інформаційних потоків у створюваному програмно-апаратному комплексі "ПАК-УВЛ"

До основних переваг запропонованої схеми досліджень слід віднести наявність єдиного підходу, єдиного способу описування об'єкта, що проектується, на базі узагальненого параметричного зображення, а також можливість організації зворотних зв'язків на всіх етапах комплексу робіт. Важливо, що в єдиному процесі поєднано і експериментальні вимірювання, і числові розрахунки, і проектно-конструкторські роботи.

Наявність міцної основи для формалізованого описування об'єктів і процесів їх проектування дозволяє організувати наскрізну автоматизацію інформаційних потоків, завдяки чому різко підвищити оперативність, якість і достовірність одержуваних результатів.

Результати досліджень. У сучасних автоматичних лініях вибивальні решітки застосовують найчастіше у поєднанні з механізмом видавлювання кома, який установлено перед вибивальною решіткою. Призначення вибивальних решіток автоматичних ліній полягає у руйнуванні кома, який періодично надходить на приймальну частину полотна решітки, у відділенні литва від формувальної суміші, яка повинна пройти крізь щілини полотна решітки на провал, і одночасному транспортуванні литва від приймального торця решітки до розвантажувального.

Конструктивно вибивальні інерційні решітки відрізняються типом збуджувача, місцем його встановлення і напрямом коливання полотна решітки. У вибивальних решітках з транспортуванням віброзбуджувач розташовано несиметрично відносно опор, завдяки чому збурювальне зусилля, яке він створює, є напрямленим під кутом до полотна решітки, чим і досягається ефект транспортування.

Для крупного литва частіше використовуються двовалові віброзбуджувачі, які приводяться в рух окремими електродвигунами. При цьому з рекомендованих схем вибивальних решіток (див. рис. 7.3, [1]) найбільш радикальними є схеми №9 і 11 з розташуванням віброзбуджувачів над полотном решітки, що полегшує умови технічного обслуговування приводу.

В технічній літературі висвітлені окремі питання розрахунку і експериментального дослідження міцності і надійності інерційних вибивальних решіток конкретних конструкцій. Так, в роботі [2] наголошується, що найменш надійним елементом решітки є рама, в якій виникають значні навантаження. Але конструкції рам для великогабаритних транспортуючих решіток істотно відрізняються від конструкцій рам для дрібного і середнього литва. Тому кожна конкретна конструкція рами вимагає індивідуально визначати навантаження, яке в ній виникає.

Досліджено напружений стан металоконструкції вибивальної решітки транспортуючої у складі автоматизованої лінії виготовлення крупного вагонного литва діючого виробництва (рис. 3).

Основні технічні дані решітки:

Вантажопідйомність, кН – 100, розмір робочого полотна, мм – 5800x2000, частота коливань – 1000об/хв. (104,66 1/с), встановлена потужність електродвигунів – 2x22кВт; габаритні розміри: довжина – 6300мм, ширина – 4300мм, висота – 2750мм, маса приблизно 16т.

Конструктивно вибивальна решітка складається з корпусу 1, в якому закріплено 4 пари балок 2, на кожну пару балок спирається одна секція колосникової решітки 3. Корпус спирається на 4 групи амортизаторів 4.

Поздовжні стінки корпусу жорстко з'єднано з вертикальними щокovinaми 5, в яких встановлено два віброзбуджувачі, що обертаються від двох електродвигунів потужністю по 22кВт кожен. Форми виготовляли в опоках з розмірами 2900x1700x500мм.

Ком суміші з литвом вагою до 9,5 т (в т.ч. маса литва приблизно 1,5 т) після видавлювання з опок потрапляє на початкову частину полотна решітки. Переміщуючись вздовж полотна, ком з литвом поступово звільняється від формувальної суміші, яка оточує литво, а саме литво переміщується до розвантажувального кінця полотна. Час перебування кома з литвом на полотні становить приблизно 5 хвилин.

Вузли і навантажені деталі вибивальної решітки розраховували за відомими методиками [2].

З перших днів експлуатації вибивальної решітки виявилось, що найбільшим навантаженням піддаються вертикальні щокovinaми в місцях закріплення віброзбуджувачів. В цих зонах з'явилися кризні тріщини, що свідчило про перевищення допустимого навантаження в металі.

Проведено промислові дослідження для визначення фактичних навантажень, які виникають в підрешітних балках. Ударне навантаження від падіння кома з литвом на полотно решітки було відсутнє, оскільки ком з литвом поволі “сповзав” із завантажувальної “лопати”. Тому підрешітні балки зазнавали тільки статичного і динамічного навантаження.

Під час випробувань використовувалися такі засоби вимірювальної техніки:

1. Тензорезистори типу КФ-5П-20-100.
2. Тензопідсилювачі типу 8АНЧ-26.
3. Комп'ютер Notebook з інтерфейсом.

На рис. 4 показано зміну напруги в підрешітній балці в перші секунди вибивання кома, а на рис. 3 – зміну навантаження в тій же балці в процесі циклу вибивання (складено за усередненими даними).

В режимі роботи вибивальної решітки, який установився, частота динамічних навантажень, зареєстрованих при випробуваннях, знаходилася в межах 38-52Гц для балок і 34-38Гц – для щокovinaми віброзбуджувачів. В ході звільнення литва від формувальної суміші вказана частота збільшувалася.

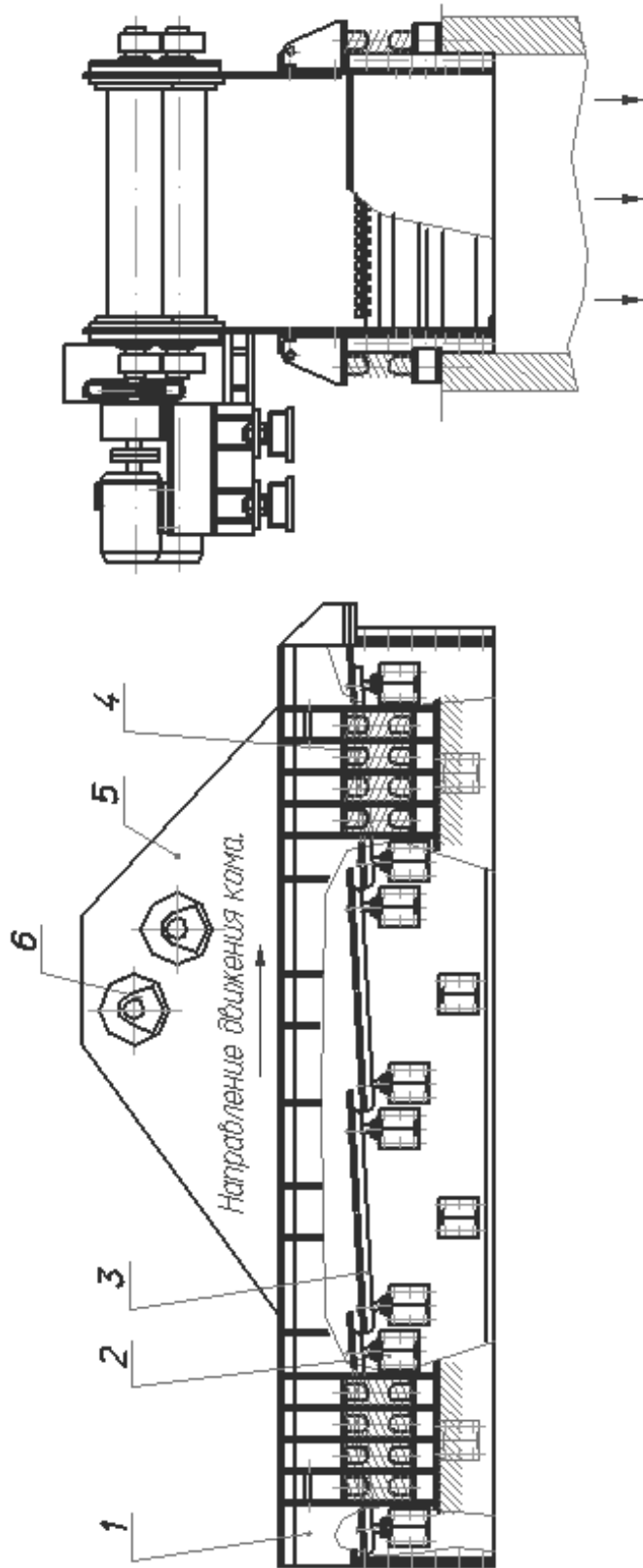


Рис. 3. Вибивальна транспортуюча решітка

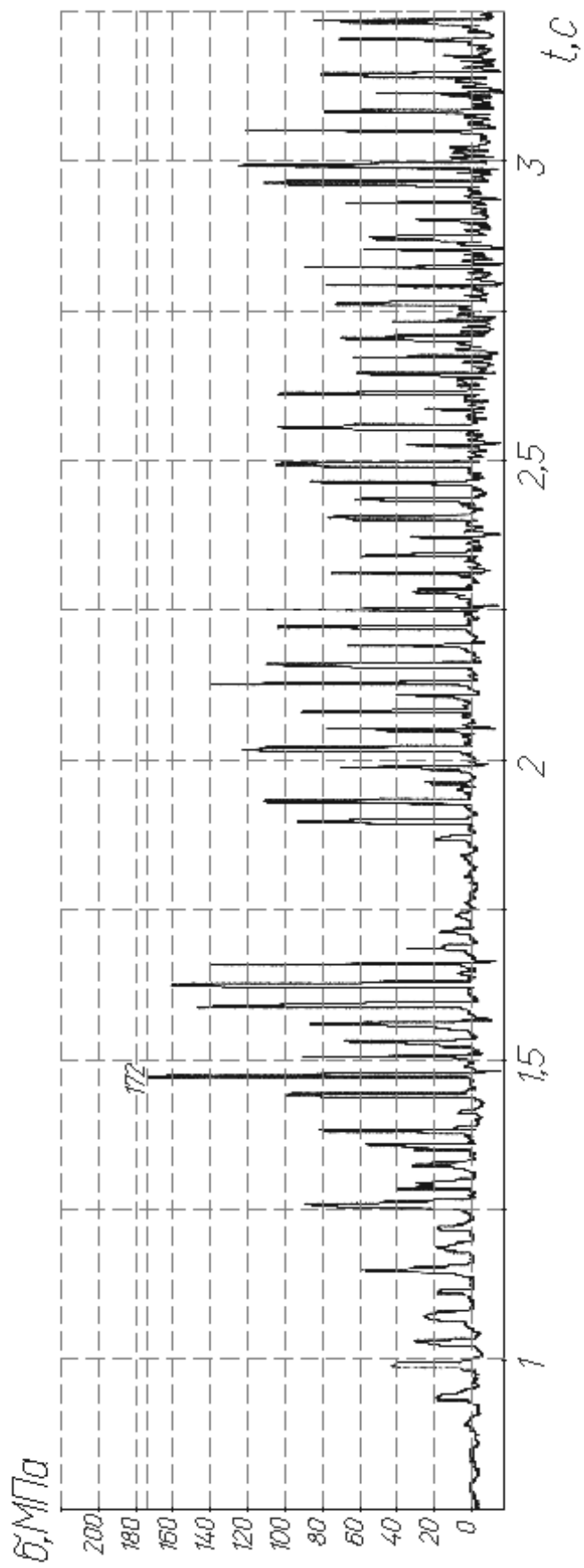


Рис. 4. Забір навантажень, які виникають в підрегітній балці в перші секунди процесу вібрування

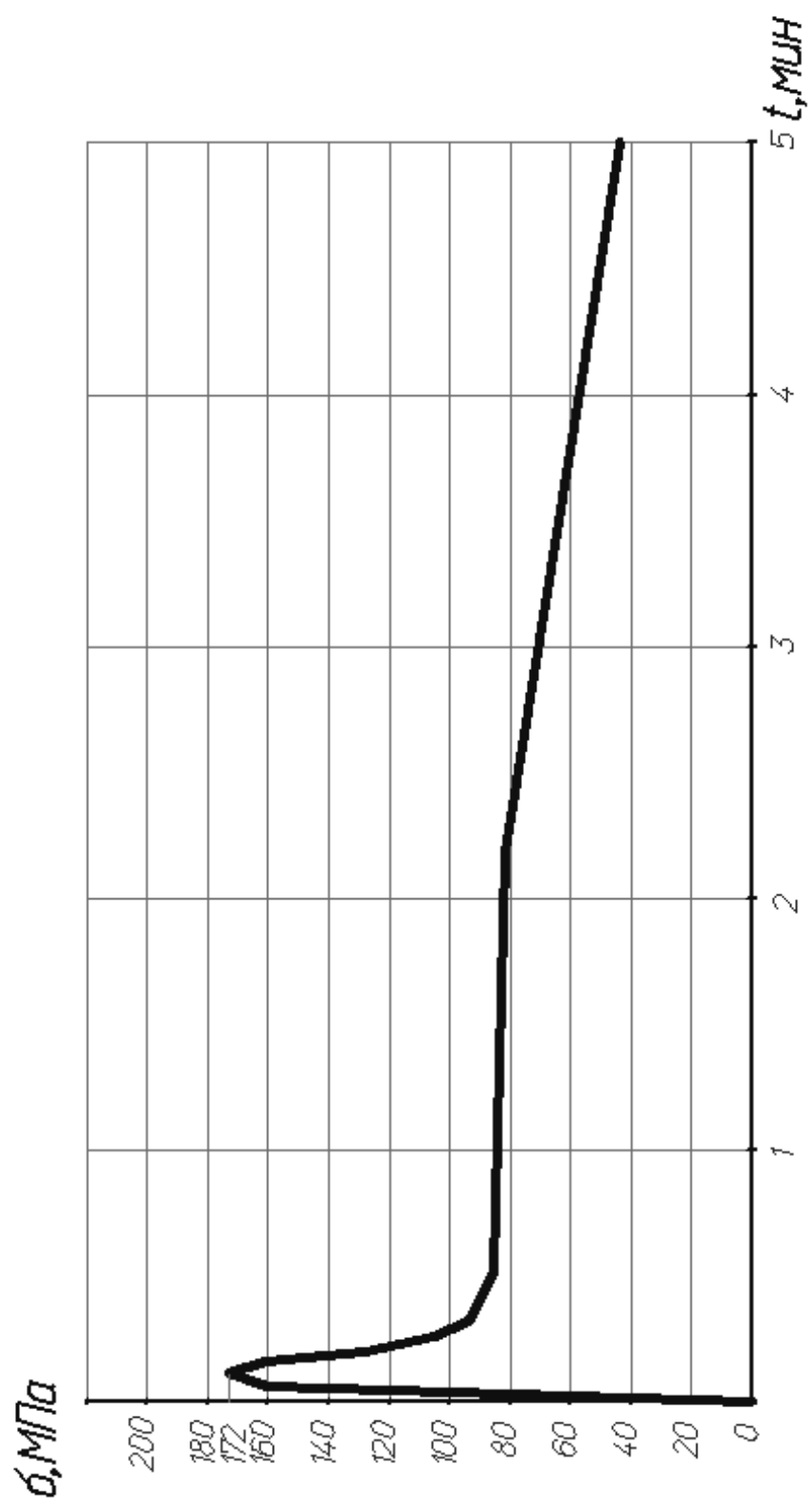


Рис. 5. Зміна навантажень в підреши́тній балці у циклі виби́вання

Динамічні навантаження у всіх балках коливалися в значних межах. Найбільшого значення навантаження сягає на першій і другій балках (за ходом руху кома) – до 172МПа, на середніх балках – до 150-157МПа.

На останній балці навіть в початковий момент, коли ком з формувальною сумішшю був на значній відстані від цієї зони, навантаження досягало 106МПа. Навантаження впродовж всіх періодів мало пульсуючий характер.

Через деякий час експлуатації на семи з восьми підрешітних балках спочатку з'явилися невеликі поверхневі тріщини в зоні стикування вертикальних і горизонтальних полиць, які потім перетворилися на крізні тріщини.

Висновки. Дослідження металургійних машин, виконані при різних режимах роботи, показують, що динамічні навантаження мають коливальний характер і досягають великих значень. Саме такі навантаження визначають міцність і надійність конструкції [3]. За результатами виконаних міцнісних випробувань можна зробити такі висновки:

1. Випробування на підрешітних балках і щокovinaх віброзбуджувачів вибивальної транспортуючої решітки з використанням тензорезисторів КФ-5П-20-100 і тензопідсилювачів 8АНЧ-26 показали, що металоконструкції підрешітних балок і вертикальних щокovinaх віброзбуджувачів мають недостатню міцність від утомленості.

2. Навантаження досягає максимальних значень на початку процесу вибивання, потім в режимі, що встановився, вони знижуються в 1,5-2 рази.

3. Частота динамічних навантажень в ході звільнення кома з литвом від формувальної суміші зростає на балках від 38 до 52Гц, а на щокovinaх віброзбуджувачів – з 34 до 38Гц.

4. Необхідне посилення конструкції вузлів вибивальної решітки і розроблення більш довершених методів їх розрахунку.

Отже, проектуючи нові і модернізуючи розроблені вітчизняні й імпорتنі установки для вибивання литва в умовах автоматичних формувальних ліній, необхідно враховувати всі технологічні особливості процесу, що сприятиме ефективності, надійності і довговічності роботи устаткування.

Всебічний аналіз конструкцій установок для вибивання литва, умов їх експлуатації дозволив перейти до наступного етапу – створення інструменту для науково обґрунтованого вибору конструктивних схем і параметрів УВЛ.

Принципова новизна запропонованого в статті підходу полягає в об'єднанні всіх етапів проектування числових і експериментальних досліджень на основі узагальненого параметричного опису.

Наступним етапом робіт є реалізація наміченої схеми досліджень, причому насамперед – розроблення математичного і алгоритмічного забезпечення, створення програмних модулів, вимірювальних систем і організація відповідних баз даних.

1. Сафонов В.Я. *Справочник по литейному оборудованию*. – М.: Машиностроение, 1985. – 320с. 2. Горский А.И. *Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства*. – М.: Машиностроение, 1978. – 552с. 3. *Оборудование литейных цехов США*. -М.: НИИМАШ, 1975. - 184с. 4. Пономарев Н.Г., Кузин А. В. *Рациональные схемы выбивных устройств// Литейное производство*. – 1979. – № 4. – С.28–29. 5. Пономарев Н. Г., Кузин А.В. *Установка для выбивки крупных форм// Литейное производство*. – 1981. – № 4. 6. Аминев С.Х. *Установка дополнительной решетки для отделения смеси от литья // Механизация и автоматизация производства*. – 1980. – № 4, – С.9–10. 7. Дитрих Я. *Проектирование и конструирование: Системный подход*. – М.: Мир, 1981. – 456 с. 8. Ткачук Н.А., Бруль С.Т., Малакей А.Н., Гриценко Г.Д., Орлов Е.А. *Структура специализированных интегрированных систем автоматизированного анализа и синтеза элементов транспортных средств специального назначения // Механіка та машинобудування*. – 2005 – №1 – С.184-194. 9. Капустин А.А., Ткачук Н.А. *Расчетно-экспериментальный метод исследования деформаций элементов механических систем // Вестник Харьков. гос. политехн. ун-та*. – Харьков. –

1999. – Вип.53. – С.148-155. 10. Ткачук Н.А. Интенсивная схема экспериментальных исследований элементов технологических систем // Сб. научн. тр. “Динамика и прочность машин”. – Харьков: ХГПУ. – 1998. – Вип.56. – С.175-181. 11. Ткачук Н.А. Расчетно-экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния элементов сложных механических систем // Динамика и прочность машин. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2002. – С.126-131. 12. Чернышев В.М., Алексеенко А.В., Шаталов Л.Н. Исследование напряжений и расчет элементов рамы инерционных выбивных решеток // Литейное производство. – С.12-13. 13. Целиков А.И. и др., Машины и агрегаты металлургических заводов. – Т.3 – М.: Металлургия. – 1988. – 679с.

УДК 629.114.4

О.В. БЕРЕЗЮК, С.Б. СТОРОЖУК, І.В. КОЦ

Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОГО ГІДРОПРИВОДУ ПЛИТИ ПРЕСУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

© Березюк О.В., Сторожук С.Б., Коц І.В., 2006

Проаналізовано устаткування ущільнення твердих побутових відходів, показана необхідність його подальшого вдосконалення на основі застосування гідروприводу робочих органів, зокрема, вібраційного пресуючого гідроприводу з генератором імпульсів тиску, що збільшує коефіцієнт ущільнення і дає змогу істотно підвищити продуктивність машин. Запропоновано математичну модель роботи вібраційного гідроприводу та здійснено її експериментальну перевірку. Модель надає можливість вибору раціональних параметрів та характеристик, які забезпечать оптимальні режими експлуатації устаткування.

The equipment of compression of hard domestic wastes is analyzed, the necessity of its further improvement on the basis of application of hydraulic drive of working organs is shown, particularly, vibrating pressing hydraulic drive with generator of impulses of pressure, that multiplies a compression coefficient and allows substantially raising a production of machines. The mathematical model of work of the vibrating hydraulic drive is offered and its experimental verification is carried out. The model gives possibility of choice of rational parameters and characteristics which will supply the optimum modes of equipment exploitation.

Постановка проблеми. У населених пунктах України щороку накопичується близько 35 млн. м³ твердих побутових відходів (ТПВ), які захоронюють на 770 полігонах загальною площею майже 3 тис. гектарів та частково утилізують на сміттєспалювальних заводах. Збирання побутових відходів є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 7,5 тис. спеціальних автомобілів (сміттєвозів) 56 спеціалізованих автопідприємств та 650 цехами [1], а тому пов'язане із значними фінансовими витратами. Після вивантаження кожного контейнера з ТПВ в бункер сміттєвоза обов'язково виконується операція статичного їх ущільнення. При вищому коефіцієнті ущільнення краще використовується об'єм кузова та вантажопідйомність автомобіля, зменшуються витрати пального, а також і вартість перевезень. У сміттєвозах вітчизняного виробництва, які ущільнюють ТПВ за допомогою гідроприводу в статичний спосіб, відходи вдається ущільнювати в 2,2 раза, що значно менше ніж на кращих світових зразках цієї техніки.