

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

КРОТ Олександр Юлійович

**РОЗРОБКА ДИСКОВОГО ГЛИНОПЕРЕРОБНИКА
З ДУГОВОЮ КАМЕРОЮ ПРЕСУВАННЯ ЗМІННОГО ПЕРЕРІЗУ
ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ БУДКЕРАМІКИ**

05.05.02

Спеціальність: ~~05.02.16~~ - **Машини та агрегати виробництва
будівельних матеріалів**

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 1996

631.002.5

Ав. 35 852

Дисертаційну роботу виконано у Харківському державному технічному університеті будівництва та архітектури на кафедрі механізації будівельних процесів

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент
САВЧЕНКО О.Г.

Офіційні опоненти : доктор технічних наук, професор
ТКАЧ Г.А. ,

кандидат технічних наук, доцент
ПОЛІВЕЦЬ Ю.Г.

Провідна установа - Акціонерне товариство закритого типу
"Харківський машинобудівний завод
"Червоний Жовтень" "

Захист дисертації відбудеться
" 13 " листопада 1996 року о 12 годині

на засіданні спеціалізованої Ради Д 02.07.03 у Харківському державному технічному університеті будівництва та архітектури за адресою: 310002 , Харків, вул. Сумська, 40.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці університету

Автореферат розісланий " 4 " жовтня 1996 р.

Учений секретар спеціалізованої Ради
доктор технічних наук, професор

Шмельянова І.А. ШМЕЛЯНОВА І.А.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00751555 (S)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Капітальне будівництво і пов'язана з ним промисловість будівельних матеріалів, незважаючи на загальну тенденцію зниження темпів індустріального розвитку в нашій країні, продовжують залишатись пріоритетними галузями господарства. До числа найбільш широко використовуваних будівельних матеріалів належить керамічна цегла, що знайшла особливо велике застосування для сільського та індивідуального будівництва. Крім цегли, в індивідуальному будівництві все більшої популярності набуває керамічна черепиця.

Основним при виробленні глиняної цегли та черепиці (як у нашій країні, так і за кордоном) є спосіб пластичного формування на шнекових екструзійних пресах з наступним сушінням та випалом. Якість цегли, що одержується цим методом з низькосортних глин, недостатньо висока. Важливим фактором, що впливає на якість виробів, є ефективність глинопереробки на стадії підготовки глини до формування. Ця обставина зумовила інтенсивний пошук таких методів переробки глини, які б забезпечували якісно новий рівень переробки.

Серед багатьох конструкцій нових глинопереробних машин можна виділити напрям конструювання, що базується на використанні дугової камери пресування змінного перерізу (ДКПЗП) - робочого органа, що сполучає функції нагнітача та фільтруючого елемента. Цим глинопереробник з ДКПЗП вигідно відрізняється від інших переробників.

Для створення переробника з новим робочим органом та впровадження його у виробництво необхідне обґрунтування принципової працездатності такої машини та її переваг, а також виявлення основних закономірностей взаємодії робочого органа з типовими глиномасами для визначення раціональних робочих параметрів.

Наукова новизна :

вивчені закономірності взаємодії нового робочого органа дискового глинопереробника з глиною;

створено математичну модель, що дозволила вивчати нарощування тиску в ДКПЗП та вплив параметрів глинопереробника і характеристик глини на тиск та продуктивність машини;

розроблені залежності для визначення раціональних параметрів нового робочого органа, та створено методику розрахунку дискового глинопереробника з ДКПЗП

Мета роботи - вибір та обґрунтування конструктивних параметрів дискового глинопереробника з ДКПЗП, а також підтвердження переваг по окремих показниках нового глинопереробника у порівнянні з існуючими.

Для досягнення цієї мети були поставлені й розв'язані такі задачі дослідження :

розробити математичну модель, що дозволяє досліджувати закономірності взаємодії керамічної маси з робочим органом у вигляді ДКПЗП і базується на даних про геометричні і кінематичні параметри глинопереробника та параметри глини;

виконати порівняльну оцінку якості переробки глини в різних глинопереробниках;

визначити характер руху глини у перерізах ДКПЗП та дослідити вплив на нього параметрів ДКПЗП; оцінити ефективність роботи різних ділянок ДКПЗП з метою визначення шляхів підвищення ефективності роботи камери;

розробити методику розрахунку дискового глинопереробника з ДКПЗП.

Автор захищає:

нові конструкції глинопереробних машин з ДКПЗП;

раціональні параметри дискового глинопереробника, визначені експериментально та з застосуванням математичної моделі;

інженерну методику розрахунку дискового глинопереробника з ДКПЗП.

Практична цінність роботи. Створено і впроваджено у виробництво більш досконалий у порівнянні з тими, що вже використовувались, глинопереробник, експлуатація якого підтвердила очікувані переваги (зниження енергоємності; можливість якісної переробки жорстких мас; можливість використання машини як гранулятора);

створено методику розрахунку дискового глинопереробника з ДКПЗП;

створено спрощену методику визначення реологічних характеристик глини.

Впровадження результатів. Результати даної роботи використані при доробці конструкції промислового зразка глинопереробника КРОК-10.

Економічна ефективність. Від впровадження у виробництво одного глинопереробника очікується економічний ефект 16 млрд.крб./рік ,

у цінах травня 1996 року термін окупності складе 1 рік.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на шістьох науково-технічних конференціях ХДТУБА (в минулому - ХІБІ): 46-ї (1991р.); 47-ї (1992 р.) ; 48-ї (1993 р.); 49-ї (1994 р.); 50-ї (1995 р.) і 51-ї (1996р.), а також на республіканській науково-технічній конференції "Ресурсозберігаючі технології і матеріали в будівництві та будівельній індустрії", Харків, 1992 р.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 6 робіт (одна з них депонована в ДНТБ України), 1 робота перебуває в процесі друку; одержані рішення про видачу 3-х патентів України на винаходи, а також подана 1 заявка на одержання патенту Російської Федерації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, 4-х розділів, висновків, списку літератури з 43-х найменувань, 11 додатків і викладена на 218 сторінках машинопису, серед яких 24 таблиці і 46 рисунків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі обґрунтовано вибір об'єкта досліджень, виконано оцінку можливості використання результатів дослідження існуючих нагнітачів для розрахунку глинопереробника з новим робочим органом, а також сформульовано мету й задачі досліджень.

Аналіз тенденцій розвитку глинопереробного устаткування, що використовується при пластичному методі вироблення цегли, дозволяє виділити як головні такі: зниження питомих металосємності та енергоємності і перехід на переробку жорстких глиномас (вологістю 14 - 16%).

У переробці та глинопідготовці вихідної сировини важливе місце посідають так звані фільтруючі машини, що здійснюють продавлювання глини через решітки і відокремлення від суміші твердих включень, що не пройшли через отвори решіток. Типовою машиною такого типу є шнековий нагнітач з решітками для фільтрації, розташованими або радіально навколо шнека, або в його торці. Марши високої ефективності глинопереробки, ці машини мають і істотні конструктивні недоліки, пов'язані перш за все з використанням шнека як нагнітача і з низькою надійністю пристроїв для очищення решіток.

Схема дискового глинопереробника з ДКІЗП

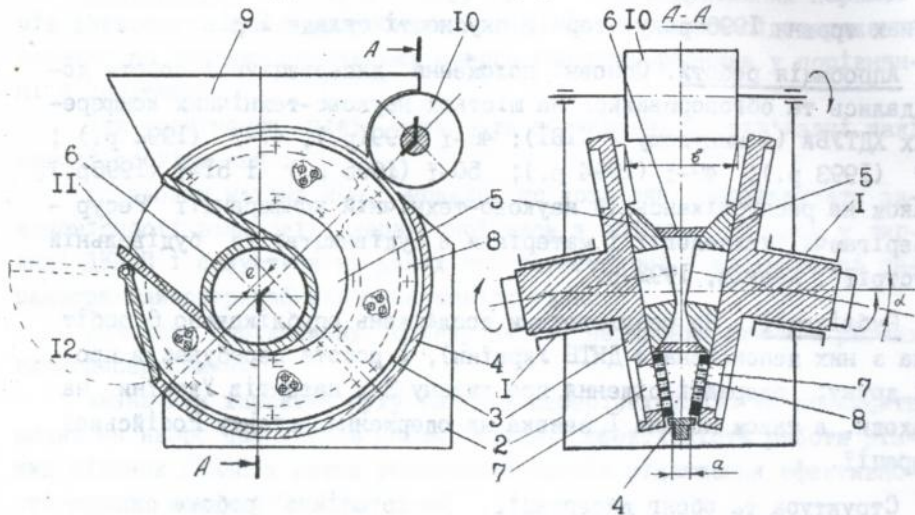


Рис. 1.

Одним з напрямків удосконалення нагнітачів стало використання дугової камери пресування з мінного перерізу як робочого органа. Дослідженню однієї з конструкцій пресу з ДКІЗП ("Прес", а.с. №1609652 з пріоритетом від 13.04.1984р., зареєстр. у держ.реєстрі винаходів СРСР 1.08.1990р.) була присвячена дисертаційна робота І.Г.Бондарчука. Ця конструкція стала прототипом при створенні конструкції "Пристрій для переробки глини" (а.с. №1606339 з пріоритетом від 17.06.1988р., зареєстр. 15.07.1990р.). Надалі у тексті ця машина, як об'єкт досліджень у даній роботі, фігурує як дисковий глинопереробник з ДКІЗП.

Отвори у фільтруючих решітках, що є тягнучими поверхнями нагнітача, роблять його менш вимогливим щодо однорідності глиносуші.

Дисковий глинопереробник з ДКІЗП, створений в АТ закритого типу "Харківський машинобудівний завод "Червоний Жовтень" за патентом "Пристрій для переробки глини" (рис.1), містить два бічні диски 3, закріплені у підшипниках 1 рами 2; осі дисків перетинаються. Кожен диск пов'язаний з приводом. На рамі 2 закріплено скобу 4. На кожному бічному диску коаксіально закріплені зрізані сферичні сегменти 5, які контактують з циліндричним барабаном 6, форма торців якого повторює форму сферичних сегментів. У різних варіантах вико-

нання барабан або жорстко закріплюють на рамі (рис.1), або пов'язують з валом, що може приводитись у рух окремим приводом чи вільно обертатись, спонукуваний до цього глиною. Всі ці варіанти було реалізовано в моделі глинопереробника.

У бічних дисках 3 зроблено отвори 7 для виведення глиномаси. На кожному диску закріплено решітку 8. Поверхні решіток 8, скоби 4 і барабана 6 утворюють ДКПЗП. На рамі 2 змонтовано бункер 9, з'єднаний з ДКПЗП и призначений для завантаження переробленої глиномаси. До бункера прилягає закріплений у підшипниках рами 2 нагнітальний валик 10, який або має окремий привід, або обертається силами тертя його поверхні об поверхню дисків.

Для очищення поверхні решіток 8 призначений ніж II, один кінець якого закріплений на рамі 2, а другий - на поверхні барабана 6 (у випадку, якщо барабан нерухомий), або ж закріплений на рамі 2 консольно (у конструкціях з рухомим барабаном). Кришка 12, шарнірно прикріплена до рами 2, обмежує ДКПЗП і служить для вивантаження сторонніх включень.

Глинопереробник працює таким чином. Бічні диски 3 приводяться в обертання приводами. Вихідну (початкову) сировину (глину з включеннями) засипають у бункер 9, де вона попередньо ущільнюється нагнітальним валиком 10. Ущільнена глина потрапляє до ДКПЗП і просувається вздовж камери, спонукувана рухомими поверхнями решіток 8 і сферичних сегментів 5 (а у варіанті конструкції з рухомим барабаном - ще й поверхнею барабана 6). Звуження ДКПЗП приводить до подальшого ущільнення глини. В міру просування вздовж ДКПЗП тиск у глині нарощується до значення, достатнього для початку плинину глини. При цьому починається витікання глини через отвори у решітках 8, а сформовані гранули виводяться через отвори 7.

Сторонні включення, що не вийшли через отвори у решітках, зчищаються ножем II і накопичуються в ділянці ДКПЗП під ножем. Для вивантаження включень з ДКПЗП кришка 12 відкривається, і включення, спонукувані рухомими поверхнями решіток і глиною, що знаходиться у ДКПЗП, розвантажуються, після чого кришка 12 закривається.

Методи розрахунку існуючих фільтруючих машин та їх нагнітачів базуються на результатах численних досліджень взаємодії глини з формуючою системою екструзійного типу. Аналіз методик розрахунку існуючих машин дозволив відібрати ті елементи, на базі яких можуть бути створені залежності для розрахунку нового робочого органа.

Другий розділ присвячено розробці методики оцінки здатності ДКПЗП нарощувати тиск (нагнітальної спроможності) і розробці математичної моделі процесу нагнітання глиномаси в ДКПЗП.

У відповідності з відомими залежностями, що описують зміну тиску глини в каналі, тиск пропорційний значенню ефективного гідралічного радіуса перерізу ($R_{\text{еф}}$), що визначається формулою:

$$R_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{пер}}}{P_{\text{тяг.}\Sigma} - P_{\text{гал.}\Sigma}}, \quad (I)$$

де $F_{\text{пер}}$ - площа перерізу, м^2 ; $P_{\text{тяг.}\Sigma}$ і $P_{\text{гал.}\Sigma}$ - суми довжин сторін перерізу, що відповідають тягнучим елементам робочого органа і його гальмуючим елементам (тягнучий і гальмуючий периметри).

При незмінній $F_{\text{пер}}$ (а отже - і продуктивності) збільшення $P_{\text{тяг.}\Sigma}$ порівняно з деяким його значенням призводить до підвищення металоемності машини, а збільшення $P_{\text{гал.}\Sigma}$ - до зниження нагнітальної спроможності ДКПЗП.

На цих фактах базується діаграма, запропонована для вибору співвідношення між висотою й шириною перерізу ДКПЗП.

Браховуючи складність процесів, що відбуваються у ДКПЗП під час роботи глинопереробника, вирішили розробити математичну модель процесу нагнітання глиномаси у ДКПЗП. У цій моделі визначаються тиск по довжині ДКПЗП, об'єми її елементарних частин, а також площі перерізів ДКПЗП, обчислювані через крок $\Delta\varphi$, що відповідає елементарній частині. Значення тиску по довжині ДКПЗП (діаграма тисків) лежать в основі розрахунків глинопереробника.

Для визначення тиску по довжині ДКПЗП вона ділиться на елементарні ділянки з дуговим кроком $\Delta\varphi$. Тиск на кожній ділянці камери до початку витікання розраховується за допомогою рівняння

$$P = P_0 + (S_1 \cdot f_1 \pm \dots \pm S_n \cdot f_n) \cdot P_0 / F_{\text{пер}}, \quad (2)$$

де: P і P_0 - тиск у глині в кінці і на початку розглядуваної ділянки камери;

$S_1 \dots S_n$ - площі поверхонь окремих ділянок камери;

$f_1 \dots f_n$ - коефіцієнти тертя цих поверхонь об глину.

Знаки "+" чи "-" у дужках - відповідно для тягнучих чи гальмуючих поверхонь.

У відповідності з (2) одержано вираз для знаходження P (в Па) у ДКПЗП до початку витікання:

$$P = P_0 + \left((skp1 + skp2 - skp3 - skp4) \cdot P_0 / F_{пер} \right) \cdot K_{роз}, \quad (3)$$

$$skp1 = 2(\varphi_2 - \varphi_1) \cdot \frac{2RH - H^2}{2} \cdot f_{реш} \cdot K_{\sigma}$$

$$skp2 = 2,8 \cdot \left(\frac{(R-H)^2}{2} \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) - \frac{1}{2} \cdot \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (-e \cdot \cos \varphi + \sqrt{e^2 \cdot \cos^2 \varphi + r^2 - e^2}) d\varphi \right) \cdot f_{сф} \cdot K_{\sigma}$$

$$skp3 = (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot r \cdot \sigma \cdot f_{бар} \cdot K_{\sigma}$$

$$skp4 = \left(a + \frac{f-a}{2} \cdot \left(1 + \cos \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \right) \right) (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot R \cdot f_{скоб} \cdot K_{\sigma},$$

де: b і r - ширина і радіус барабана, мм;

φ_1 і φ_2 - координати початку і кінця ділянки, рад; $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi$ - крок;

H - висота решітки (висота мінімального перерізу ДКІЗП), мм;

R - радіус диска, мм;

f і a - ширина середини максимального і мінімального перерізу, мм;

$f_{реш}$, $f_{сф}$, $f_{бар}$ і $f_{ск}$ - коефіцієнти тертя об глину поверхонь: решітки, сферичних сегментів, барабана й скоби;

K_{σ} - коефіцієнт бічного тиску;

$K_{роз}$ - коефіцієнт, рівний 0 або 1 (в залежності від того, розпушена чи ущільнена глина у даному перерізі).

Тиск у кінці елементарної ділянки, обчислений за допомогою рівняння (3), служить початковим тиском P_0 для визначення тиску в кінці наступної елементарної ділянки.

Після початку витікання темп нарощування тиску знижується. Тиск у зоні, де відбувається витікання, визначається за залежністю тиску P від швидкості V витікання глини через канал:

$$P = \frac{V^{(1-n)} \cdot M_1 \cdot d^n \cdot 32 \cdot \ell}{8^n \cdot d^2}, \quad (4)$$

M_1 - "показник консистенції", Н·с/м² (за змістом це ефективна в'язкість при градієнті швидкості, рівному одиниці);

$n = ctg \alpha$ - котангенс кута нахилу до горизонталі прямої, одержаної внаслідок побудови графіка залежності $M_{еф}$ від градієнта швидкості $\dot{\gamma}$ (графіка, що має назву реологічної кривої глини) у логарифмічних координатах;

M_1 , n - реологічні характеристики глини;

V - швидкість витікання глини, м/с.

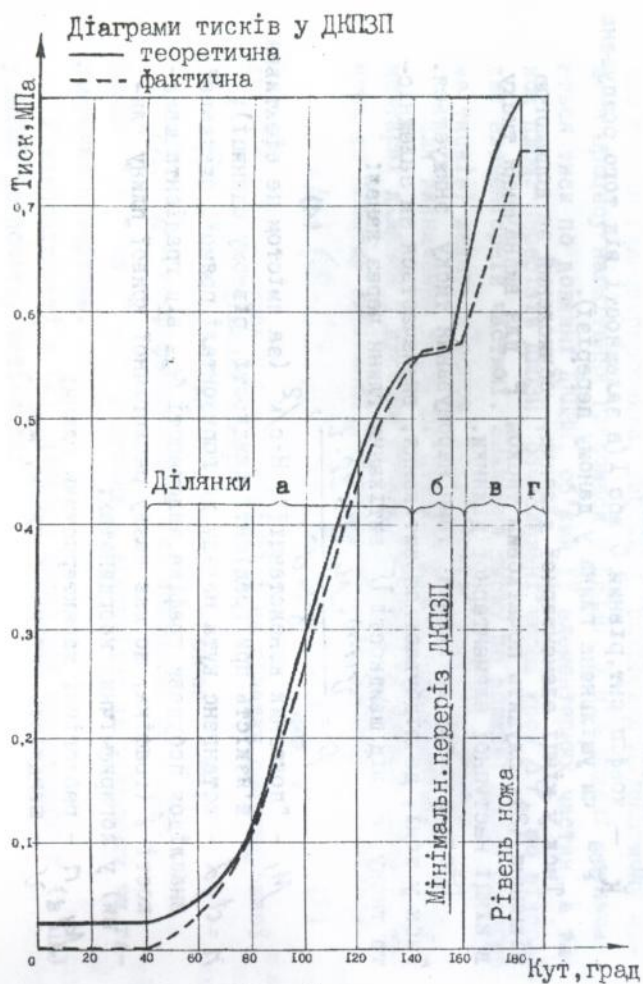


Рис.2.

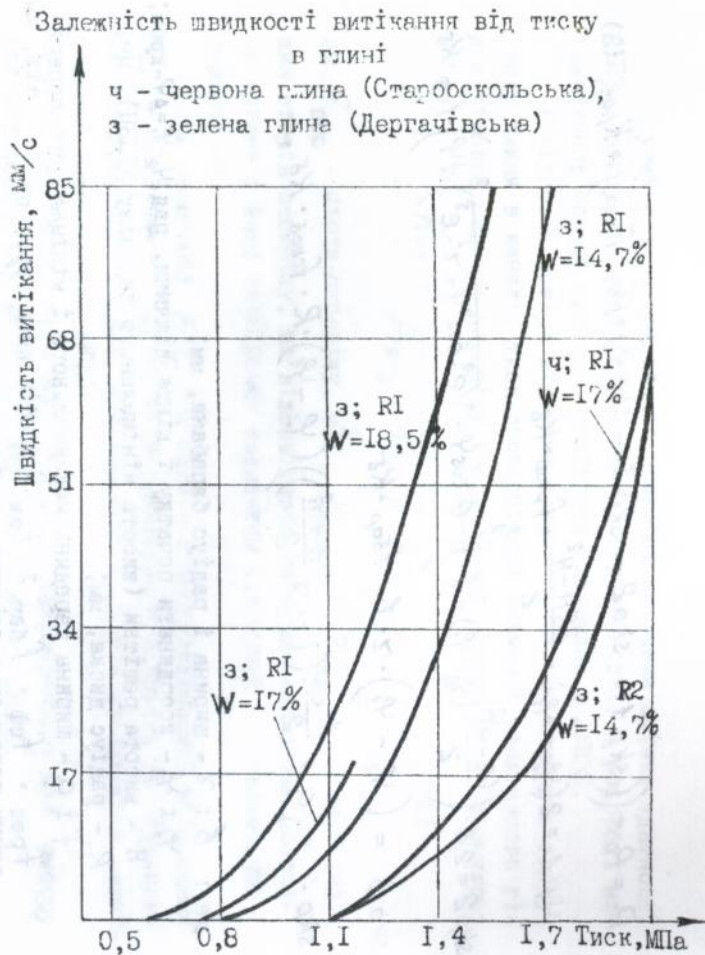


Рис.3.

Швидкість витікання визначалась на ділянці звужування ДКПЗП, виходячи з зміни об'єму, а на ділянці розширення - на підставі характеру розподілу швидкості, дослідженого експериментально.

Діаграма тисків (рис.2), побудована за значеннями тиску, розрахованими за рівняннями (3) і (4), є вихідною для визначення навантажень на конструктивні елементи і розрахунку потужності привода. Діаграма має :

- ділянку незмінного тиску (близького до нуля), яка відповідає зоні ущільнення глини, що у вихідному стані розпушена;
- ділянку "а" експоненціального зростання тиску до значення тиску початку плинину;
- ділянку "б" повільного зростання тиску (до мінімального перерізу ДКПЗП);
- ділянку "в" фільтрації при швидкому зростанні тиску (де витікання не встигає компенсувати зростання тиску).

Крім тиску, в математичній моделі визначаються значення об'ємів елементарних ділянок ДКПЗП (V), а також значення площ перерізів ДКПЗП, обчислювані через крок $\Delta \varphi$ за допомогою формули:

$$F_{\text{пер}} = \frac{2 \cdot V}{(r+R) \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Значення V і $F_{\text{пер}}$ можуть бути використані для оцінки ефективності роботи ДКПЗП. Наприклад, пропонується "коефіцієнт ефективності" використання об'єму ДКПЗП.

Математичну модель реалізовано на ЕОМ, фрагменти програми і деякі результати розрахунків наведено в роботі. Адекватність моделі об'єкту було підтверджено порівнянням побудованих за допомогою моделі діаграм тисків з фактичними діаграмами, одержаними при розшифровці осцилограм, записаних з використанням тензоапаратури при переробці у промисловому зразку глинопереробника глини Харківських цегельних заводів (рис.2). Виявлено, що модель добре відповідає об'єкту, що дозволяє використовувати її для дослідження глинопереробника і для вибору раціональних параметрів при проектуванні глинопереробників. Дослідження показали :

- пошук шляхів штучного нарощування тиску на початкових ділянках ДКПЗП недоцільний;
- значне підвищення нагнітальної спроможності переробника можливе за рахунок перетворення хоча б однієї поверхні камери з гальмувочною у тягучу; цей результат використано в новій конструкції

"Пристрій для переробки глини" (заявка до НДЦПЕ України , № 95020687);

- продуктивність глинопереробника лінійно залежить від радіуса дисків (в інтервалі продуктивностей використовуваних глинопереробних машин);

- найбільша ефективність ДКІЗП відповідає куту нахилу диска $6 - 10^\circ$.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень експериментального та промислового зразків дискового глинопереробника, а також досліджень процесу витікання глини через отвори решітки (дослідження реологічних властивостей глини).

Для підтвердження залежності (4) і визначення реологічних властивостей деяких глин, контрастних за якістю, були проведені експерименти на спеціальному стенді, що являв собою поршневий нагнітач ($\varnothing_{\text{поршня}} = 125\text{мм}$) з гідроприводом. Тиск у глині визначався за значеннями тиску у робочій порожнині гідроциліндра, які вимірювались манометром. Використовувалась зелена глина Дергачівського родовища (умовне позначення "З") і високопластична керамічна шихта Старооскольського комбінату будівельних матеріалів (умовне позначення "Ч" - червона). Вологість змінювали в інтервалі 16-22%.

В процесі експериментів визначали швидкість витікання глини, змінюючи такі фактори: кількість отворів; довжину каналу та його діаметр; вологість глини; відстань від поршня до фільтруючої решітки (від 320мм до 0) і тиск у глині (від 0,5 МПа до 2,2 МПа). Спроба реалізації плану багатofакторного експерименту не мала успіху через дискретність поверхні відгуку.

Одержані первинні криві $Q = f(P)$ перебудовувались у криві $U = f(P)$, приклад - на рис.3. На підставі останніх будувались залежності U від d і l , а також залежності $P_{\text{поч.пл.}}$ від відстані між поршнем (елементом, що нагнітає глиномасу) і решіткою.

Виявлено:

І. Криву $U = f(P)$ можна умовно поділити на дві характерні ділянки: а - пологісту (у зоні малих швидкостей), яка починається з $P_{\text{поч.пл.}}$; б - круту, близьку до експоненти (у зоні великих швидкостей), рис.3. Дисковий глинопереробник з ДКІЗП дозволяє забезпечити стійку роботу на великих (більше 120мм/с) швидкостях ви-

тікання, тобто на крутій ділянці кривої $V = f(P)$, що зумовлює малу металоемність машини.

2. Значення P поч.пл. більше для високопластичних глин, тому енергоемність їх переробки більша, і машина повинна розраховуватись на переробку саме таких глин.

3. Характер кривої $V = f(P)$ для глин одного типу залишається незмінним при зміні вологості глини, причому криві практично "паралельно" переносяться вздовж осі P .

4. Підтверджено малу енергоемність дискового глинопереробника, пов'язану з тим, що вся перероблювана глина знаходиться поблизу фільтруючих елементів (зменшені втрати потужності на тертя).

5. Основними факторами, які впливають на швидкість витікання і на тиск, є геометричні параметри каналу.

Тиск у глині лінійно залежить від величини $\frac{\ell}{d}$, що підтверджує відому теоретичну залежність. Параметри ℓ і d можуть бути використані для адаптації фільтруючої машини до конкретних характеристик глини.

Експериментальний зразок глинопереробника був розрахований на переробку глини вологістю не менше 14% з тиском у глині не більше 2,5МПа. Він відзначався можливістю обертання барабана 6 (рис.1) від окремого привода, або ж обертання барабана під впливом рухомої глиномаси (незалежно від привода), а також можливістю закріплення барабана нерухомо. Крім того, зразок дозволяв змінювати варіанти виконання деяких його частин: ножа II (рис.1), скоби 4, нагнітального валка IO та інших.

У процесі досліджень було виконано :

- оцінку працездатності різних варіантів конструктивного виконання ДКПЗП та вибір раціонального варіанта;
- перевірку ефективності конструкції окремих вузлів машини з метою вироблення рекомендацій для проектування дослідного зразка;
- оцінку ефективності процесу глинопереробки у робочому органі;
- визначення енергоемності глинопереробника.

Дослідження експериментального зразка довели принципову працездатність конструкції і дозволили виробити рекомендації щодо розробки ДКПЗП промислового зразка глинопереробника :

- барабан повинен бути нерухомим, жорстко закріпленим на рамі, внаслідок чого конструкція глинопереробника істотно спрощується, а енергоемність зростає незначно;

- поверхні скоби, барабана і ножа повинні бути футеровані антифрикційним матеріалом, що зменшує енергоємність машини;
- нагнітальний валик повинен мати привід, а поверхня валика - перфорацію, що підвищує коефіцієнт тертя валика об глину;
- отвір для завантаження повинен забезпечувати надійне (без зависання) постачання машини глиною.

Ефективність глинопереробки, згідно з рекомендаціями фірми "Ажемак ТЕКНОСЕВЕКО, А.О." (Іспанія), оцінювалась за такими критеріями:

- міцність на згин цегли-сирцю;
- усадка сирцю при сушінні;
- енергоємність процесу формування.

Експерименти проводились на глині ХЦЗ №1 (Дергачівського родовища) і глині Шестаківського родовища без додатків, а також на глиномасі, одержаній змішуванням зеленої глини Шестаківського родовища з глиною поверхневої розробки ("вскриші") Артемівського родовища.

Виявилось, що переробка у дисковому глинопереробнику перевершує за якістю переробку на будь-якій з машин технологічної лінії цегельного заводу і сумірна з ефективністю переробки за допомогою шнекового преса.

Переробка у дисковому глинопереробнику:

- підвищує марочність виробів до 40% у випадку переробки шти і до 15% у випадку переробки однокомпонентних глин;
- знижує навантаження на прес на 8-10%;
- має енергоємність, що не перевищує енергоємності відомих фільтруючих машин; крім того, є резерви подальшого зниження енергоємності;
- особливо доцільна в лініях, де як формуючий агрегат використовується безшнековий прес.

Враховуючи рекомендації щодо розробки ДНЦП, в об'єднанні "Червоний Жовтень" за технічним завданням, розробленим за участю ХДТУБА, було створено промисловий зразок дискового глинопереробника, відомий як КРОК-10. Його конструкція (рис.1) відзначається тим, що барабан - нерухомий, жорстко закріплений на рамі. Поверхня барабана, як і поверхня скоби, футерована антифрикційним матеріалом ПЕНТ. Нагнітальний валик у цій конструкції має привід, що

складається з мотор-редуктора і ланцюгової передачі. Привід диска (окремий для кожного з дисків) здійснюється від двигуна потужністю 7,5кВт через ланцюгову передачу, двоступінчастий циліндричний редуктор і поліклінопасову передачу. Кут нахилу дисків α (рис.1) дорівнює $9,78^\circ$.

Випробування проводились на машинобудівному заводі "Червоний Жовтень". Для переробки використовувалась глина Харківських цегельних заводів №1, №13 і "Комсомолец".

Аналіз недоліків, виявлених у процесі заводських випробувань, дозволив виробити рекомендації щодо вдосконалення даної конструкції.

Для зміни нагнітальної спроможності ДКПЗП пропонується метод, використаний при доводці експериментального зразка - зміна зазора δ між диском і його решіткою. Цей метод викладено у заявці № 94128251 на винахід "Пристрій для глинопереробки", зареєстрованій 27.12.1994р. (рис.4а). Регулювання зазора δ може здійснюватись або за допомогою дистанційних прокладок (що було зроблено на експериментальному зразку), або за допомогою дистанційних болтів І3 та регульовальних болтів І4 (нумерація позицій від І до І2 на рис.4а збігається з нумерацією на рис.1).

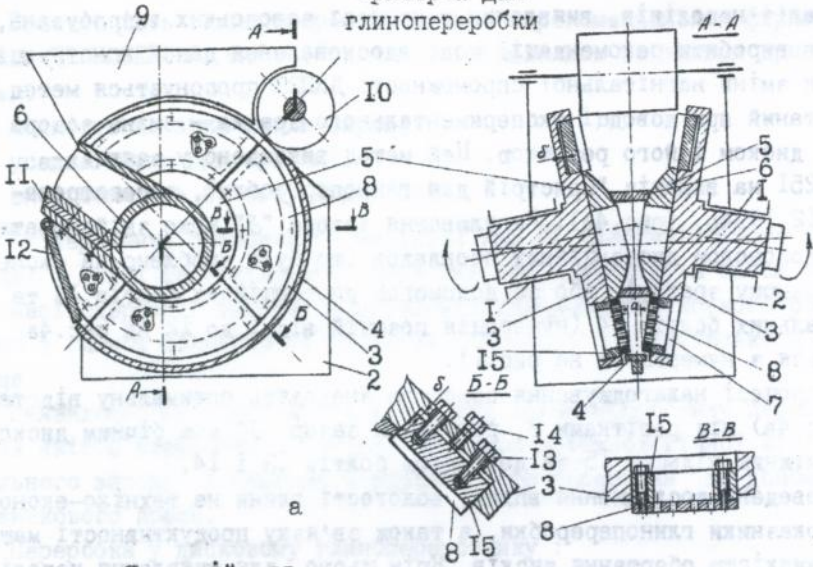
У процесі налагоджування пристрою знаходять оптимальну відстань "а" (рис.4а) між решітками 8, регулюючи зазор δ між бічним диском 3 і проміжним кільцем І5 за допомогою болтів І3 і І4.

Проведені дослідження впливу вологості глини на техніко-економічні показники глинопереробки, а також зв'язку продуктивності машини зі швидкістю обертання дисків. Крім цього, для виявлення недоліків процесу переробки у дисковому глинопереробнику, було досліджено процес накопичення вклучень у накопичувачі. З використанням глин двох типів, контрастних за кольором, але однакової вологості, досліджено характер руху глини по ДКПЗП та оцінено ефективність роботи різних ділянок ДКПЗП. Для підтвердження адекватності математичної моделі об'єкту була одержана фактична діаграма тисків у ДКПЗП.

В експериментах використовувалась глина Харківських цегельних заводів №1, №13 і "Комсомолец" формувальної вологості від І6 до 21%. Результати експериментів по визначенню продуктивності й енергоємності переробки глин одного типу, але різної вологості, засвідчили існування певного значення вологості, для якого продуктивність глинопереробника і питома енергоємність глинопереробки поєднуються оптимально. Для промислового зразка КРОК-10 при переробці згаданих глин оптимальною виявилась вологість 21%.

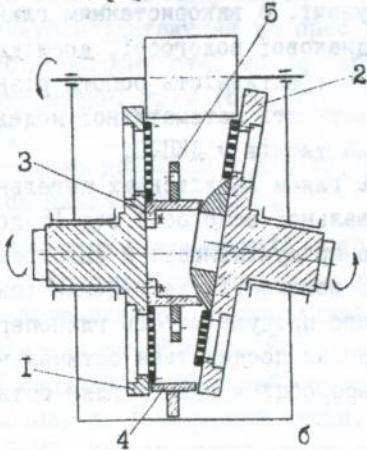
Доведено, що залежність продуктивності глинопереробника від

Нові конструкції глинопереробника
Пристрій для глинопереробки



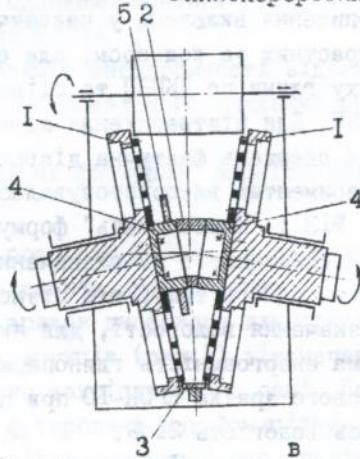
а

Пристрій для переробки глини



б

Глинопереробник



в

Рис. 4.

частоти обертання дисків лінійна.

За допомогою двох контрастних за кольором глин одержано картину розподілу швидкостей руху потоку глини вздовж ДКІЗП. Виявилося, що найбільш активне переміщення глини здійснюється у шарах, прилягаючих до поверхонь дисків, а центральні шари помітно відстають. Причиною цього відставання є великі сили тертя об поверхню скоби і, ще більше, барабана, що пояснюється великою силою нормальної реакції, що діє на глиняний брус з боку барабана внаслідок ексцентриситету. Для усунення цього недоліку запропоновано дві нові конструкції машин з ДКІЗП, в яких привід барабана здійснюється безпосередньо від дисків. Ці конструкції оформлено заявками на винаходи: 1) "Пристрій для переробки глини" (рис.4б) ; 2) "Глинопереробник" (рис.4в) . Номери цих заявок відповідно : 95020687 і 95020686, пріоритет від 16.02.1992р.

Пристрій для переробки глини (рис.4б) має два з'єднаних з приводами бічних диски 1 і 2, осі яких перетинаються, барабан 3 і скобу 4. Новим є те, що барабан закріплено на одному з бічних дисків коаксіально. Вісь цього диска може бути розташована горизонтально, що дає змогу горизонтального розташування і його привода. В окремих випадках барабан 3 може бути наділений хоча б одним закріпленням на ньому коаксіально кільцем 5 , у якому можуть бути зроблені отвори для перетікання глиномаси.

Глинопереробник (рис.4в) також має два з'єднаних з приводами бічних диски 1, осі яких перетинаються, барабан 2 і скобу 3 . Новим є те, що кожна з площин торців барабана паралельна площині відповідного бічного диска, і до кожного торця барабана 2 прилягає своїм торцем елемент 4, що коаксіально закріплюється на відповідному бічному диску і являє собою тіло обертання. Цей елемент може мати циліндричну форму і наділятися хоча б одним закріпленням на ньому коаксіально кільцем 5. В обох конструкціях кільце 5 підвищує нагнітальну спроможність глинопереробника за рахунок зниження ефективного гідравлічного радіуса перерізів (у відповідності з залежністю (I)).

Під час експериментів виявлено значне підвищення нагнітальної спроможності і продуктивності ДКІЗП, викликане футеруючою здатністю глини, налипаючою на решітки, у випадку, коли зазор між решіткою і ножем перевищує 3мм.

Діаграма тисків у ДКІЗП, одержана в інтервалі частот обертання дисків від 3 до 9 об/хв на глині формувальної вологості 18% з

Дергаївського родовища і зафіксована за допомогою тензосистеми з тензопідсилювачем УТ4-І та осцилографу К-І2-22, підтверджує адекватність розробленої математичної моделі об'єкту дослідження (рис.2).

У четвертому розділі викладено рекомендації щодо розробки конструкції дискового глинопереробника з ДКІЗП. Розрахунок розмірів цієї камери базується на використанні її основного геометричного параметра - радіуса диска R , значення якого визначають у залежності від потрібної продуктивності з використанням побудованого експериментально графіка. Для визначення розмірів, знання яких необхідно для побудови основного робочого органа глинопереробника, тобто ДКІЗП, використовуються емпіричні формули, що містять радіус диска R :

$$\begin{aligned} \text{радіус барабана } \gamma &= (0,3 \div 0,55) \cdot R ; \\ \text{ексцентриситет } e &= (0,05 \div 0,1) \cdot R ; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{середня лінія трапеції} \\ \text{максимального перерізу} \\ \text{(завантаження)} \quad f = (0,65 \div 0,8) \cdot R ;$$

$$\text{кут нахилу диска } \alpha = \arccos \left(\frac{(0,55 \div 0,65) \cdot R}{e + \gamma} \right) ;$$

$$\text{середня лінія трапеції} \\ \text{мінімального перерізу} \quad a = b - (R - R_{\text{сегм}}) \cdot \sin \alpha ;$$

$$\text{ширина барабана} \quad b = f - \sin \alpha \cdot (R + R_{\text{сегм}} + 2 \cdot \gamma) ;$$

$$\text{радіус основи сферич-} \\ \text{ного сегмента} \quad R_{\text{сегм}} = (e + \gamma) \cdot \cos \alpha .$$

Після цього виконується перевірка за відповідними нерівностями достатності розмірів "в" (рис.1), тобто ширини завантажувальної щілини, і "а", тобто мінімальної відстані між дисками ("а" повинно бути не меншим розміру неподрібнюваного включення у глині).

Правильність вибору параметрів оцінюється за допомогою математичної моделі на ЕОМ. За результатами роздрукування визначається орієнтовна продуктивність за формулою

$$P = F_{\text{поч.пл.}} \cdot 10^6 \cdot 3,6 \cdot U_{\text{сер, м}^3/\text{год}} \quad (6)$$

де: $U_{\text{сер}}$ - середня лінійна швидкість точки, що лежить на середині висоти решітки, м/с ;

$F_{\text{поч.пл.}}$ - площа того перерізу, де тиск дорівнює $P_{\text{поч.пл.}}$, мм².

Якщо продуктивність значно відрізняється від потрібної, виконується вибір інших значень: $\gamma, e, f, \alpha, a, b, R_{\text{сегм}}$ (чи деяких

з них). Незначне (до 20%) відхилення може ліквідуватись коректуванням частоти обертання дисків.

З використанням вибраних геометричних параметрів згідно з запропонованою в роботі методикою будується профіль перерізу ДКІЗП.

Для визначення загальної потрібної потужності пропонується

$$\text{емпірична залежність: } N_{\text{заг}} = \frac{0,9 \cdot (\lg M_1 - 4)}{n} \cdot N_{\text{пит}} \cdot \Pi, \quad (7)$$

де: M_1 - "показник консистенції" ;

n - котангенс кута нахилу лінеаризованої реологічної залежності до осі абсцис ;

Π - очікувана продуктивність машини ;

$N_{\text{пит}}$ - питома енергоємність переробки глини формувальної вологості.

Необхідні в математичній моделі реологічні характеристики M_1 і n витікання глини через канал визначаються за допомогою спрощеної методики з використанням лабораторного гідравлічного преса (навантаження, що створюється ним, може змінюватись від 5кН до 1МН) та циліндричної пресформи (з поршнем діаметром 200-300мм і довжиною ходу не менше 250мм) зі змінними решітками.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Показано, що дисковий глинопереробник, який має принципово новий робочий орган - дугову камеру пресування змінного перерізу (ДКІЗП), є однією з перспективних машин для переробки глини.

2. Розроблено математичну модель процесу нагнітання глинома-си, включаючи визначення діаграми тисків у ДКІЗП, а також площ її робочих перерізів та об'ємів, що містяться між ними. Модель, коректність якої доведено порівнянням теоретичних і фактичних діаграм, складається з двох взаємопов'язаних частин.

В основі першої з них, що описує тиск у ДКІЗП до початку витікання, лежать визначені інтегруванням у полярних координатах площі нерухомих і рухомих поверхонь робочого органа та сили зчеплення з ними глини; в основі другої - реологічні характеристики глини. На математичній моделі базується визначення розмірів робочого органа, навантажень на конструктивні елементи і потрібної потужності привода дискового глинопереробника.

3. Доведено, що якість переробки глини у дисковому глинопереробнику висока завдяки малим розмірам отворів витікання ($\varnothing 10$ -

12мм замість \varnothing 18-30мм в існуючих машинах). В результаті переробки підвищується марочність виробів із шихти на 40% (що особливо актуально для Харківських цегельних заводів, більшість яких використовує керамічну шихту), а з однокомпонентних глини - на 15%, і знижується енергоємність пресування на 8 - 10%.

4. Виявлено, що низька енергоємність переробки глини у дисковому глинопереробнику, зумовлена поєднанням у одному елементі (диску) функцій нагнітання і фільтрації глиномаси і зниженням у зв'язку з цим втрат енергії на тертя, дозволяє використовувати цю машину при переробці жорстких керамічних мас. Для глини формувальної вологості питома енергоємність становить $I - I,8 \text{ кВт/м}^3$, що вдвічі менше, ніж у шнекових переробників.

5. Виявлено, що при розробці конструкції дискового глинопереробника необхідно враховувати розташування фільтруючих елементів дисків, зон завантаження глини та вивантаження включень у ній, можливість встановлення технологічного зазора між дисками і ножом.

6. Обґрунтовано методи адаптації машини до умов конкретних фізико-хімічних властивостей глини, що полягають у коректуванні тиску в зоні витікання за рахунок зміни геометричних параметрів каналів витікання і регулювання кінематики машини.

7. На підставі аналізу процесів, що відбуваються в ДКІЗП, запропоновано конструкції (і одержано рішення про видачу патентів України) трьох глинопереробників. Вони дозволяють за рахунок швидкого наростання тиску в ДКІЗП знизити на 40% питому металоемність глинопереробки, а отже:

-по-перше - знизити питому енергоємність (внаслідок зниження втрат енергії на тертя);
- по-друге - розробляти машини малої продуктивності для мініліній будівельної кераміки.

8. Розроблено методику оцінки нагнітальної спроможності робочого органа машини за значеннями гідравлічних радіусів його перерізів, методику визначення розмірів робочого органа глинопереробника та спрощену методику визначення реологічних властивостей глини.

9. Розрахунковий економічний ефект від упровадження одного дискового глинопереробника може становити 16млрд.крб. рік у цінах травня 1996 року при окупності впровадження 1 рік.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА МАТЕРІАЛАМИ
ДИСЕРТАЦІЇ

1. Крот А.Ю., Федоров Г.Д., Савченко А.Г. Оценка эффективности новых машин для глинопереработки в производстве керамического кирпича. Тез. докл. 47-й научно-технической конференции Харьковского инж.-строит. ин-та. - 1992, 0, 1 печ. л., - с.89-91.

2. Савченко А.Г., Крот А.Ю. Применение новых глиноперерабатывающих машин на линии прессования жестких смесей. Тез. докл. республиканской научно-практической конференции "Ресурсосберегающие технологии и материалы в строительстве и строительной индустрии". - 1992, Харьков, 0, 1 печ. л., - с.24-26.

3. Савченко А.Г., Федоров Г.Д., Крот А.Ю. К вопросу создания дискового фильтрующего глиноочистителя. Тез. докл. 48-й научно-технической конференции Харьковского инж.-строит. ин-та. - 1993, 0, 05 печ. л., - с.213.

4. Савченко А.Г., Крот А.Ю. Экспериментальные исследования глиноочистителя. Тез. докл. 49-й научно-технической конференции Харьковского инж.-строит. ин-та. - 1994, 0, 03 печ. л., - с.132.

5. Федоров Г.Д., Савченко А.Г., Крот А.Ю. Аналитическое исследование процесса нагнетания дискового глиноочистителя. Тез. докл. 50-й научно-технической конференции Харьковского госуд. техн. ун-та строит. и архитектуры. - 1995, 0, 03 печ. л., - с.58.

6. Федоров Г.Д., Савченко О.Г., Крот О.Ю. та ін. Пристрій для глинопереробки. Рішення НДЦПЕ про видачу патенту України на винахід за заявкою № 94I2825I, 1996.

7. Білан В.Д., Ковтун О.П., Крот О.Ю. та ін. Глинопереробник. Рішення НДЦПЕ про видачу патенту України на винахід за заявкою № 95020686, 1996.

8. Білан В.Д., Ковтун О.П., Крот О.Ю. та ін. Пристрій для переробки глини. Рішення НДЦПЕ про видачу патенту України на винахід за заявкою № 95020687, 1996.

9. Крот А.Ю. Исследование процесса глинопереработки в дисковом глиноочистителе. - Харьков: ХГТУСА, 1996, 0, 5 печ. л. Деп. в ГНТБ Украины 22.07.1996, № I586 - Ук. 96.

А Н Н О Т А Ц И Я

Крот А.Ю. Разработка дискового глинопереработчика с дуговой камерой прессования переменного сечения для технологических линий строй-керамики.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.16 - машины и агрегаты производства строительных материалов, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Харьков, 1996.

Разработана конструкция глинофильтрующей машины, которая использует прогрессивный роторный нагнетатель с дуговой камерой прессования переменного сечения (ДКПС). Установлено, что эффективность переработки и рабочие характеристики этой машины не хуже аналогичных характеристик машин со шнеком. Изучен характер движения глины вдоль ДКПС, предложены конструкции новых глинопереработчиков. Разработана математическая модель процессов в ДКПС, адекватная объекту.

Даны рекомендации по совершенствованию конструкции ДКПС и предложены методы адаптации машины к характеристикам конкретной глины. Разработаны методики определения размеров ДКПС и требуемой мощности ее привода, а также упрощенная методика построения реологических кривых.

Ключевые слова: глинопереработчик, нагнетатель, камера прессования переменного сечения, реологическая кривая.

А Б С Т Р А К Т

Krot A.Ju. Designing of disks clay recycler including arc pressing-chamber with variable section for the production of lines clay products.

The thesis is presented for a candidate's degree of technical sciences on speciality 05.02.16 - machines and aggregates production of building materials, Kharkov State Technical University of Construction and Architecture.

The construction of clay-filtering machine using progressive rotors pump with arc pressing-chamber with variable section (APCVS) is developed. It is found that efficiency of recycling and performances is not worse than similar characteristics of the shneck-machines. The mode of movement of the clay along the APCVS is studied. The mathematical model of the process in the APCVS adequate to object has been developed.

The instructions for improving the construction of the APCVS are presented and the methods for adaptation of machine to characteristics of concrete clay are proposed. The techniques which allowed to determines the sizes of APCVS and require power drive as well fwell as simpler technique to draw the reological curves are developed.

Key words: clay recycler, pump, pressing-chamber with variable section, reological curve.

Підп.до друку 24.09.96. Формат 60x84, 1/16. Папір пис.№ 3
Друк офсетний. Умовн.друк.арк.0,92. Тираж 100 прим. Безплатно

Ризограф ХДТУБА, ЗІ0002, Харків, вул.Сумська, 40.

AB 35.852