

Суліма М.П., студент гр. МВ-61м, Науковий керівник проф., д.т.н. Гейчук В.М.
Національний технічний університет України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”

МАШИНА ДЛЯ ГРАНУЛЮВАННЯ НАТРОВОГО ВАПНА

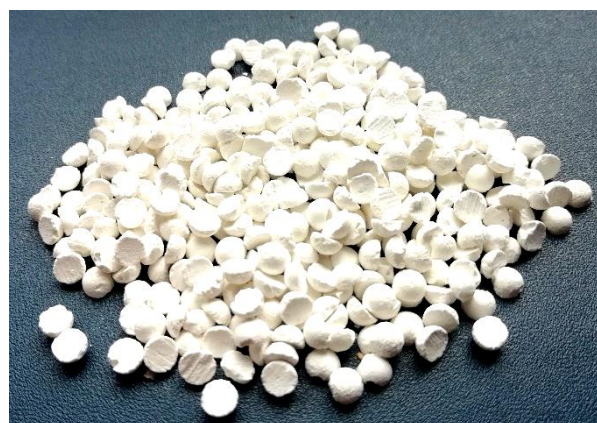
Вапняні хемосорбенти, що призначені для засобів захисту органів дихання людини, відомі з 20-х років минулого століття і практично не зазнали змін за хімічним складом. Всі марки хемосорбентів (поглиначів) діоксиду вуглецю мають приблизно однаковий хімічний склад і випускаються у вигляді гранул, таблеток, півсфер, кульок і т.п. з різним фракційним складом розміром від 2 до 12 мм.

Поглинач хімічний вапняний, склад та вимоги до якого встановлені ГОСТ 6755-88 (ХП-И - російською «Поглотитель химический известковый»), використовується в якості сорбенту різних газів [1, 2]. Особливо ефективний в пристроях для індивідуального захисту органів дихання людини (респіраторах) при роботі в атмосфері, що містить CO_2 , а також гази кислотного характеру, наприклад SO_2 , HCl , NO_2 і т.п. Має широке застосування у вугільній та металургійній промисловості, медицині (натронне вапно) і пожежній справі.

ХП-И є гранульований продукт білого або світло-сірого кольору (рис. 1, а), що виготовляється з вапна і гідроксиду натрію і містить не менше 96% гідроксиду кальцію і 4% гідроксиду натрію (в перерахунку на суху речовину) і має форму коротких циліндрів.



а)



б)

Рис. 1. Зовнішній вигляд гранул сорбенту із натрового вапна: а) у формі коротких циліндрів; б) у формі напівсфер

Фірмою Drägerwerk A.G. (Німеччина) розроблений спосіб [3, 4], що підвищує механічну міцність продукту, в якому гасіння, пресування і сушка здійснюються безперервно з отриманням хемосорбентом у вигляді півсфер діаметром 4-5 мм (рис. 1, б). Напівсферичні гранули є менш крихкими, ніж циліндричні, практично не руйнуються під час використання. Крім того, при напівсферичній формі гранул не відбувається утворення каналів, газ розподіляється рівномірно по всьому об'єму адсорбера, забезпечуючи більш ефективне поглинання вуглекислоти і повне використання хемосорбенту, завдяки чому поглинальна здатність продукту значно вища.

За завданням фірми DEZEGA (Україна) на основі технологічної схеми фірми Drägerwerk A.G. розроблена кінематично-технологічна схема гранулятора (рис. 2) для отримання із пасти натрового вапна напівсферичних гранул діаметром 5 мм продуктивністю 100 кг за добу.

Для розробки зазначеної схеми були проведені попередні експериментальні дослідження разом з відділом хімічних досліджень фірми DEZEGA та структурно-параметричні розрахунки кількох варіантів структури машини. Від ідеї машини роторного типу довелось відмовитись з огляду на занадто великий діаметр ротора – як мінімум 6.5 м. За основу взята схема машини з безкінечною робочою стрічкою, поверхня якої вкрита напівсферичними лунками діаметром 5

мм. Експериментальними дослідженнями з силіконовою формою визначався час, необхідний для сушіння пасти при температурі 140°C на поверхні стрічки. Встановлено, що цей час повинен становити трохи більше 105 секунд, що при допустимій ширині стрічки вимагає робочої довжини стрічки біля 8 м.

Для спрощення конструкції машини було запропоновано розбити процес на два етапи. На першому етапі висушувати сформовані гранули висушувати до стану, коли їх можна вивантажувати (витрушувати і скидати з висоти 200-250 мм) без їх руйнування. На другому етапі досушувати до потрібного стану в печі або сушильній шафі. Дослідженнями встановлено, що цей час становить 23 с. Для реалізації був прийнятий час 30 с.

В своїй основі машина є стрічковим конвейером, стрічка якої вкрита напівсферичними лунками діаметром 5 мм (рис. 2). Готова до використання (замішана) паста порціями (по чотири за годину) подається в бункер, в якому додатково розміщується і рівномірно розподіляється по перерізу ворошителем і нагнітається двовалковим нагнітачем на два валки, що обертаються назустріч один одному і утворюють вузьку щілину, довжина якої відповідає ширині стрічки конвейера. Менший за діаметром валок є рухомим для регулювання товщини шару пасти, що подається додатковим конвейером, який розташований під валками. Для очищення валків подачі пасти вони обладнуються спеціальними ножами. А стрічка додаткового конвейера очищується об робочу стрічку при збіганні з переднього валка. Робоча зона машини утворюється валком нагнітання та робочою стрічкою, які рухаються назустріч один одному. При цьому величина зазору між циліндричною поверхнею валка нагнітання та робочою поверхнею стрічки підтримується нульовою. Внутрішні торцеві поверхні корпусу валка нагнітання розташовані на відстані, що дорівнюють ширині робочої стрічки і обмежують робочу зону з торців. Таким чином надлишки пасти в робочій зоні можуть видавлюватись тільки в напрямку протилежному напрямку руху робочої стрічки. На невеликій відстані від валка нагнітання в цій зоні паралельно валку розташований горизонтальний шнек зі спеціальним ножом, який подає надлишок пасти в вертикальний шнек, а звідти – в бункер. Із робочої зони паста в лунках потрапляє в зону сушки за допомогою інфрачервоних випромінювачів. На ведучому валку, який має бочкоподібний профіль, робоча стрічка перегинається, лунки деформуються і гранули вивалюються у приймальний контейнер або на стрічку перевантажувального транспортера (на рисунку не показаний). Для додаткової дії на стрічку з видалення гранул на її спадній ланці встановлений вібраційний механізм з електромагнітами ЕМ1.

Для очищення і підготовки робочої стрічки до роботи на її спадній ланці встановлені обертова щітка та мийка високого тиску (до 15 МПа). Далі стрічка сушиться за допомогою інфрачервоних панелей. Перед входом лунок в робочу зону вони розширюються за допомогою механізму розширення лунок. Його дія побудована на ефекті гістерезису матеріалу стрічки (каучуку, гуми) за деформацією [5], що сприяє кращому видаленню висушених гранул із лунок в зоні вивантаження. Під час роботи лінійні швидкості робочої стрічки, стрічки подачі та валків підтримуються однаковими за рахунок системи керування (приводи М6 та М1) та двосторонньої зубчасто-пасової передачі Z3, Z4 та Z5.

В Solidworks виконані відповідні розрахунки теплових потоків, визначена температура інфрачервоних випромінювачів, величина витрати повітря та кількість вентиляторів за умови забезпечення температури на поверхні робочої стрічки 140° і рівномірного її розподілу.

На основі схеми розроблено твердотільну модель машини і виконується розробка робочої конструкторської документації.

За результатами проведених досліджень та проектних робіт можна зробити такі висновки:

1. У літературних джерелах і у відомих виробників поглинача ХП-И відсутні відомості про деякі фізичні та трібологічні характеристики пасти натрового вапна та про час релаксації деформації матеріалу, з якого виготовлена робоча стрічка.

2. Недостатність та неповна визначеність вхідної інформації примушує при проектуванні машини (гранулятора) використовувати регульовані приводи, а їх основні номінальні характеристики (потужність, кутову швидкість) визначати за характеристиками відомих матеріалів. В даному випадку, наприклад, для бетону (розчину).

3. Рішення прийняте в попередньому пункті призводить до завищення зазначених

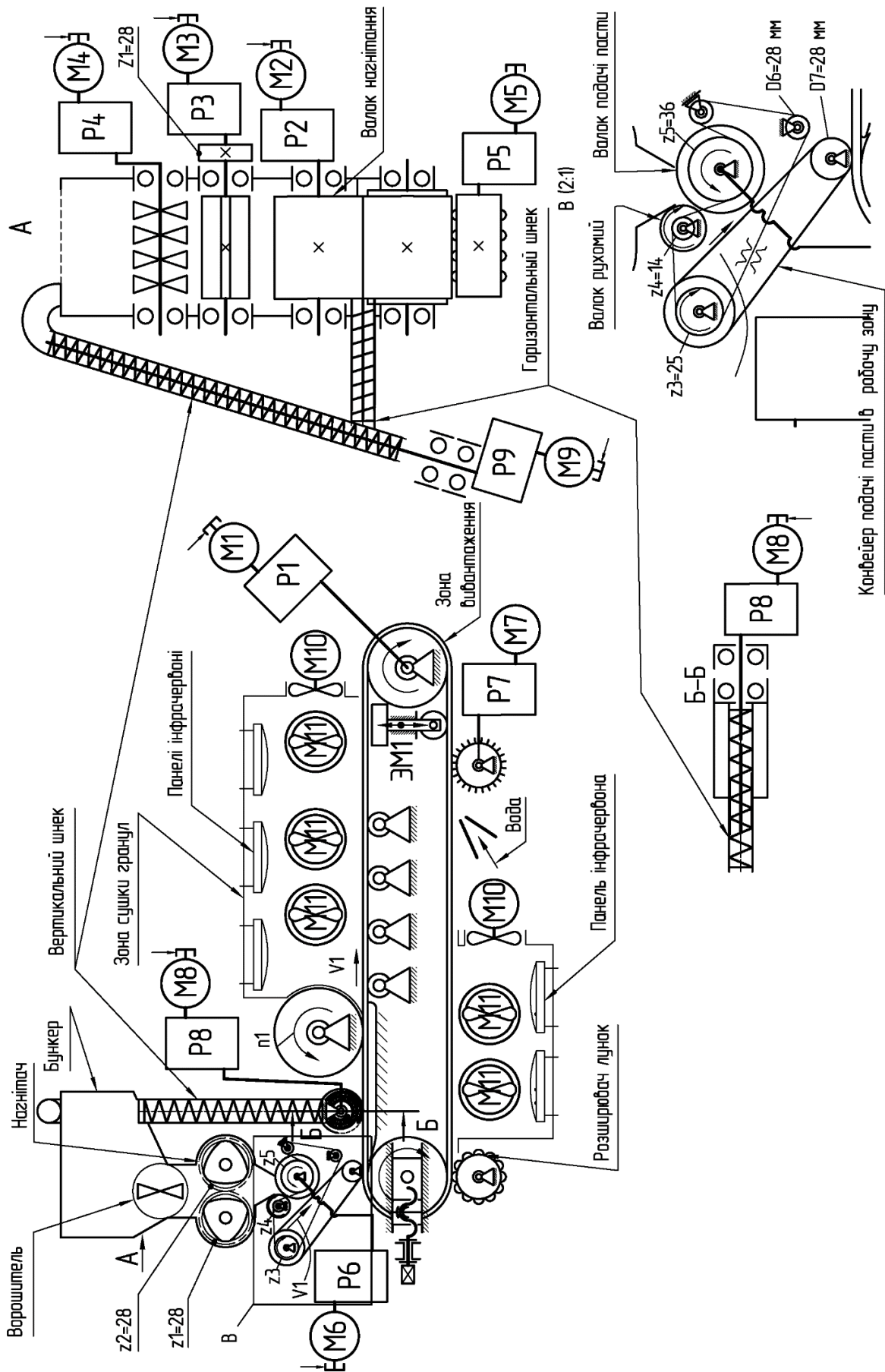


Рис. 2. Технологічна схема гранулятора

параметрів приводів. Тому, як тимчасовий захід, потребує вивчення аналогічних параметрів існуючих грануляторів, що працюють з натровим вапном за іншими схемами.

4. Для оптимального чи раціонального проектування грануляторів для натрового вапна необхідно визначити згадані характеристики.

Список використаних джерел:

1. ГОСТ 6755-88 Поглотитель химический известковый ХП-И. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1988. 26 с.

2. Гладышева Т. В. Известковые хемосорбенты. Получение. Свойства. Применение / Т.В. Гладышева, Н.Ф. Гладышев, С.И. Дворецкий, Ю.А. Суворова. – М.: Издательский дом "Спектр", 2015. – 184 с.

3. Pat. 911353 DE, МПК А 62 D 9/00. Verfahren zur Herstellung eines Absortionsmittels / Drägerwerk AG. – 1953.

4. Pat. 2715635 DE, МПК А 62 D 9/00, В 01 J 20/30. Verfahren zur Herstellung eines kohlenensäureabsorptionsmittels, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und ein damit hergestelltes kohlenensäureabsorptionsmittel in Körperform / Schafer J.; Drägerwerk AG. – 1978.

5. Бертенев Г.М. Физика и механика полимеров: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1983. - 391 с.