

7. Большаков В. И., Разумова О.В., Мартыненко В.А., Клименко В.Ю., Бабич В.В., Шаленный В.Т., Папирнык Р.Б., Чесанов Л.Г., Петренко В.А., Крадожен В.И., Стебловцев В.А., Галич Е.Г., Реконструкция жилого дома с надстройкой этажей по улице Батумской, 10 г. Днепропетровск // Учебное пособие, - GAUDEMUS, 2003., – 188с.
8. Соловьев В.Е. Опыт санации пятиэтажек в Германии // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002.- № 8, С.28-29.
9. Юмашева Е.И. Опыт реконструкции панельной «пятиэтажки» в Санкт-Петербурге // Строительные материалы. - 1997. - № 3, С 5.
10. Булгаков С.Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий и малоэтажных зданий. – М.: РААСН, 2001., с. 263.
11. Разумова О.В., Могилевцева И.Н О сносе и реконструкции жилых зданий первого периода индустриального домостроения.. / Строительство, материаловедение, машиностроение. // Сб. научн. трудов. Вып. 27, часть 3, – Дн-ск, ПГАСиА, 2004. – 232с., С. 212-131.
12. Подведены итоги работы Московского Стройкомплекса за 2003 год //Обзорн. информ., «Строительные материалы» № 3, - РИФ «Стройматериалы», - М., 2004., 72 с., С. 46.
13. Градостроительное проектирование /Авдоткин Л.Г., Лежава И.Г., Смоляр И.М. // М., «Стройиздат», 1989, С. 203-224.
14. Оценка фондового потенциала пятиэтажной застройки в Днепропетровске. / Большаков В.И., Денисенко В.И., Денисенко А.В., Разумова О.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение. // Сб. научн. трудов. Вып. 26, часть I, – Дн-ск, РИА «Днепр-VAL», 2004., – 376с., С. 221-228.

УДК 691.263.5

ГІДРОДИНАМІЧНІ ТА ТЕПЛОБІМНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІЖ РІДИНОЮ ТА ЧАСТКАМИ ГІПСУ В ФІЛЬТРУЄМОМУ ЩІЛЬНОМУ ТА КИПЛЯЧОМУ ШАРІ

*А.О. Редько, аспірант
ХДТУБА, м.Харків.*

Постановка проблеми.

Гідротермічна обробка природного гіпсу можлива в киплячому шарі, який ожикається рідиною (вода, водно сольовий розчин). В літературі відсутні данні про гідравлічний опір та теплообмінні характеристики між частками та фільтруємою рідиною. Особливо це важливо для шару крупних часток ($d_T=10\dots 50$ мм) [1-3].

Мета дослідження.

Отримання експериментальних даних з впливу різних параметрів на міжфазний теплообмін та гідродинамічний опір щільного та киплячого шару для умов гідротермічної обробки гіпсу.

Основні результати дослідження.

В роботі приводяться результати дослідження гідродинаміки і теплообміну між повітрям (рідиною) і частками гіпсу у фільтрованому щільному шарі і киплячому шарі.

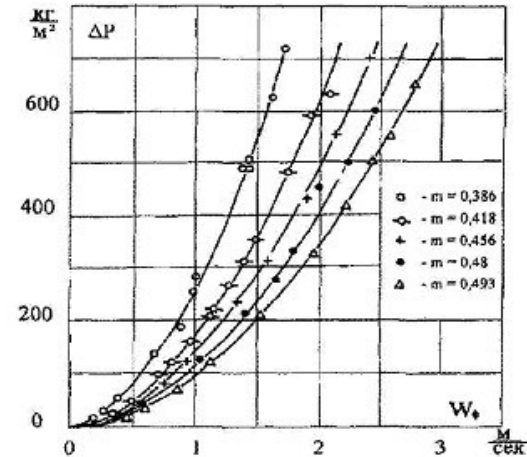


Рис. 1 Залежність опору шару дроблених шарів від швидкості фільтрації повітря.

Різні розміри частинок щебеня ($d_T > 0,31-5,0$ мм і $5-50$ мм) гіпсової сировини визначають гідродинамічний режим процесу його гідротермічної обробки (випалення і подальша сушка). Шар частинок знаходиться в малорухливому стані, крізь який фільтрується або продувається нагрітий до температури $100 \dots 200^\circ\text{C}$ стисле повітря. Спостерігається перебіг фільтрації теплоносія крізь щільний шар дисперсного матеріалу, із збільшенням швидкості настає режим киплячого шару.

Обмірювані дані гідродинамічного опору щільного шару показали, що опір пропорційний висоті шару.

Як видно, гідравлічний опір для всіх форм часток не є лінійною функцією швидкості повітря (рідини) (рис.1). Зменшення порозності приводить до збільшення перепаду тиску в шарі і відповідно від форми часток – складнішої форми відповідають більш великі значення $\lambda_{ст}$. При одній і тій же порозності, шар, утворений частками складнішої форми має більший гідравлічний опір. Експериментальні результати підтверджують зроблене наукове припущення – у області розвиненої турбулентної течії у формулу для гідравлічного опору доцільно вводити коефіцієнт, що враховує збільшення втрат в шарі часток ускладненої форми від додаткової турбулізації потоку.

В літературі наявна значна кількість даних про гідравлічний опір щільного шару. Але уявлення про каналну або струминну теорії не

дозволяють узагальнити дослідні данні.

В літературі наводяться данні про вплив форми часток та шорсткості їх поверхні (кусковий матеріал – вугілля, щебінь та ін.) на гідравлічний опір. Але відомі неповні дані і для чисел $Re > 10^3$ вони практично відсутні.

В цій роботі розвиваються уявлення про структуру фільтруємого потоку як про потік, що представляє послідовні сжимання-розширення та зміни напрямку руху. Витрати напору при руху через шар визначаються як витрати внаслідок утворення вихорів (місцеві опори), так і в результаті тертя.

Приймаючи до уваги визначаючий розмір гідравлічний діаметр елементарної струмки i , вводячи коефіцієнт форми часток, число Re визначається наступним чином:

$$Re = \frac{0,45}{(1 - \varepsilon)\sqrt{\varepsilon\phi}} \cdot \frac{wd_v}{v} \quad (1)$$

Визначаючи залежність коефіцієнта гідравлічного опору від Re (рис. 2), видно, що експериментальні дані погоджуються з узагальноною залежністю у всьому інтервалі чисел Re . Експериментальні дані для часток складної форми розміщуються все вище в міру ускладнення форми та добре усереднюються кривими паралельними узагальноючий залежності для шарової насадки. Рівному коефіцієнту форми відповідають однакові гідравлічні характеристики.

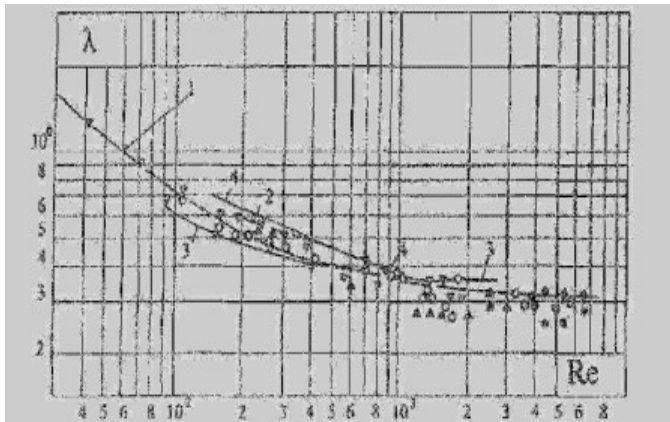


Рис. 2 Коефіцієнт опору різних насадок як функція числа Рейнольда.
1 – залежність для шарів; 2, 4 – циліндри; 3 - антрацит

Таким чином, в результаті обробки дослідних даних отримана залежність (2), яка є справедливою в інтервалі чисел $Re=200-5000$. Відхилення значень дослідних даних не перевищує $\pm 25\%$. Для роботи розрахунку гідравлічного опору шару, утвореного з коефіцієнтом форми

$\phi = 1,0 - 2,8$ при значеннях $Re > 200$, отримано вираз:

$$\Delta p = 0,77 \left(\frac{30}{Re_c} + \frac{3}{Re_c^{0,7}} + 0,3 \right) \frac{H}{d_v} \frac{\rho w^2}{\varepsilon^{4,2}} \phi^{\frac{4}{\phi}} \quad (2)$$

Кусковий матеріал (наприклад, гіпсовий щебінь) має високу шорсткість ($\sigma > 0,01$), що істотно впливає на гідравлічний опір шару.

В роботі виконана оцінка впливу шорсткості. Результати показали (рис. 3), що із збільшенням σ від 0,038 до 0,121 коефіцієнт гідравлічного опору змінюється від 0,3 для гладких шарів до 0,7-0,8 для кускового матеріалу. В результаті обробки дослідних даних визначено залежність для розрахунку коефіцієнту γ , що враховує вплив шорсткості на гідравлічний опір, справедливу в діапазоні чисел $Re = 200 - 5000$:

$$\gamma = 0,58 \sigma^{0,47} \quad (3)$$

Таким чином, при розрахунку гідравлічного опору шорсткості часток (кусового матеріалу) при $0,026 < \sigma < 0,121$ можливо використовувати вираз:

$$\Delta p = 0,765 \frac{\lambda H}{d_r} \frac{\rho w^2}{\varepsilon^{4,2}} \gamma \quad (4)$$

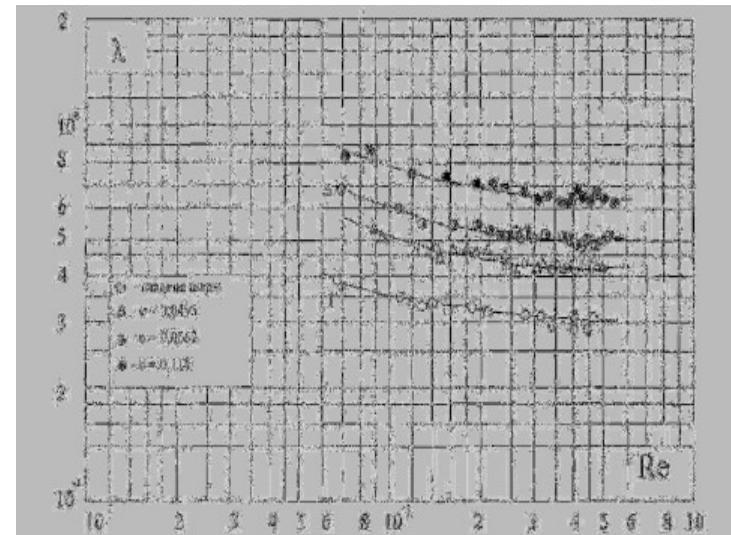


Рис.3 Залежність коефіцієнта опору від Re для шорсткуватих шарів (1 – гладкі шари)

При побудові схеми фільтрації передбачається, що потік в шарі неоднорідний, тобто разом з проточними існують і непроточні зони, об'єм яких визначається об'ємом завихрень, а крім того застійними зонами в околиці точок дотику часток.

Наявність в шарі непроточних зон – явище, яке негативно впливає на процес дегідратації гіпсу і інші процеси, що протікають при фільтрації. В результаті, зростає швидкість основного потоку і гідравлічний опір. Існування таких зон приведе до зниження ефективності процесів тепло-масообміну. Дані різних авторів, а також данні автора, указують на те, що весь об'єм шару бере активну участь у фільтрації. Течія через шар по своєму характеру близька до режиму ідеального витіснення і, отже, у вивченій області непроточні зони відсутні. Ускладнення форми насадки не приводить до зростання непроточних зон.

Із збільшенням швидкості рідини, що фільтрується, ($w > w_p$) настає перехідний режим та режим киплячого шару. Експериментально встановлено, що гідравлічні характеристики киплячого шару визначаються перепадом тиску відповідно до залежності:

$$\Delta p = (1 - \varepsilon)(\rho_f - \rho_{жк})Hf^2 \quad (5),$$

де $f=0,9-0,95$ для часток розміром $d_f > 40$ мм та $Ar \geq 10^8$.

Результати виміру гідравлічного опору шару висотою 500 мм складають 300-350 Па, що незначно підвищує енерговитрати технологічного процесу.

Результати дослідження міжфазного тепло-масообміну в рідинному киплячому шарі наведені на рис. 4. Уточнені та розширені відомі в літературі залежності при значеннях чисел $Re > 10^3$ та $Ar > 10^8$.

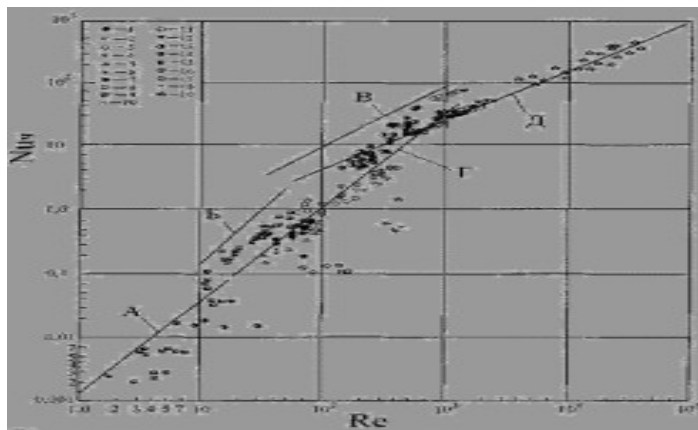


Рис. 4. Зіставлення даних різних досліджень по теплообміну між ожигаючим теплоносієм і твердими частинками / А, Б, В, Г - кореляції згодне [4,5], Д - дослідні дані автора

Таблиця 1

Точки	Матеріал	d, мм	H ₀ , мм
1	Пісок	0,832	40
2	Пісок	0,832	60
3	Мармурова крихта	1,434	40
4	Мармурова крихта	2,2	62
5	Фарфорові шарики	3,01	84
6	Фарфорові шарики	4,63	40
7	Фарфорові шарики	4,63	60
8	Фарфорові шарики	4,63	80
9	Фарфорові шарики	6,87	84
10	Фарфорові шарики	6,87	110
11	Фарфорові шарики	8,9	96
12	Фарфорові шарики	8,9	148
13	Вугілля, картон	0,5-1,0	-
14	Силікагель	0,4-1,0	-
15	Скляні шарики	0,1-1,0	-
16	Пісок	0,21	-
17	Пісок	0,59	-
18	Пісок	1,0	-
19	Щебінь гіпсу	5-50	200-300

З рис. 4 видно, що в досліджуваному інтервалі чисел $Re_{сл}=100-50000$ міжфазний теплообмін практично не залежить від форми частинок шару та визначається лише розміром часток та в меншій мірі, швидкістю фільтрації рідини. В результаті узагальнення дослідних даних одержане критеріальне рівняння:

$$Nu_p = 0,31 Re_p^{0,78} Pr^{0,31} \quad (6),$$

для довільної форми часток киплячого шару, справедливе при $Re=200-5000$.

Незалежність коефіцієнта тепловіддачі від форми насадки можна пояснити, тим, що частка складнішої форми має розвиненішу поверхню, що приводить до більшої товщини прикордонного шару і зменшення коефіцієнта тепловіддачі. Проте частка складнішої форми має поверхню ускладнену виступами, поглибленнями і т.п., що виконує роль турбулізаторів прикордонного шару, що і приводить до збільшення коефіцієнта тепловіддачі.

ВИСНОВОК В результаті експериментального дослідження одержані уточнені критеріальні залежності по гідравлічному опору та коефіцієнту між фазного теплообміну у більш широкому діапазоні чисел Re , Ag та інші в шільному шарі, що фільтрується рідиною та киплячому шарі.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Забродский С.С. Гидродинамика и теплообмен в псевдоожигеном слое. – М.-Л.: Госэнергиздат, 1963. – 428с.
2. Аэров М.Э., Тодес О.М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. – Л.: Химия, 1968. – 512с.
3. Бородуля В.А., Ганжа В.Л., Ковенский В.И. Гидродинамика и теплообмен в псевдоожигеном слое под давлением. – Минск: Наука и техника, 1982. – 206с.
4. Гальперин Н.И., Айнштейн В.Г., Кваша В.Б. Основы техники псевдоожигения. – М.: Химия, 1967. – 663с.
5. Расчеты аппаратов кипящего слоя: Справочник/Под. ред. И.П. Мухленова и др. – Л.: Химия, 1986. – 352с.

УДК 624.074.4

РАСЧЕТ ОБОЛОЧКИ НА ДЕЙСТВИЕ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ НАГРУЗОК

М.Е. Резуненко, к.техн. наук, доцент

*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта,
г. Харьков).*

Развитие современных областей народного хозяйства требует разработки эффективных методов расчета напряженно- деформируемого состояния оболочечных конструкций. Численные методы, получившие широкое распространение в последнее время оказываются малоэффективными при расчете оболочек на действие сосредоточенных нагрузок. Поэтому аналитические методы решения продолжают играть важную роль при решении вышеназванных задач.

Постановка задачи. Рассматривается конструкция, состоящая из оболочки неположительной гауссовой кривизны (λ) и опоры в виде полуплоскости с выемкой и наличием упругим слоем между ними.

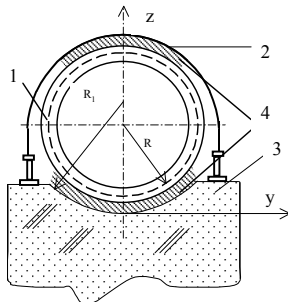


Рисунок 1. Контакт оболочки и опоры при наличии упругого слоя между ними.
1-оболочка; 2-стягивающий хомут; 3-фундамент; 4- упругий слой.