

ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КОТОВ Б. І.
СТЕПАНЕНКО С. П.

ОСНОВИ
ТЕОРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ПОВІТРЯНОЇ СЕПАРАЦІЇ
ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ



**ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КОТОВ Б. І., СТЕПАНЕНКО С. П.

**ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ПОВІТРЯНОЇ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Монографія

Київ 2023

УДК 631.365:664.723(075.8)
ББК 41.47я(73)
М19

Рецензенти:

д.т.н., професор Мироненко В. Г.;
д.т.н., професор Паламарчук І. П.;
д.т.н., професор Цуркан О. В.

М19 Котов Б. І., Степаненко С. П. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів : монографія. Київ : ЦП Компринт, 2023. 427 с.: іл.

ISBN 978-617-8269-64-7

У монографії розглянуто основи теорії переміщення частинок у повітряних потоках із нерівномірним полем швидкості повітря в каналах пневматичних сепараторів. Висвітлені результати теоретичних досліджень та математичного моделювання течій повітряних потоків і руху компонентів зернового матеріалу в сепарувальних каналах: вертикального, горизонтального, нахилоного, з нерівномірно сформованим полем швидкостей. Розроблені математичні моделі переміщення частинок у закручених повітряних потоках пилоочисного обладнання. Розглянуто вдосконалені схеми пневмосепарувальних систем, дано математичний опис процесів переміщення компонентів зернового матеріалу для визначення траєкторій руху частинок.

Книга призначена науковим співробітникам і проектантам пневматичних сепараторів та систем очищення. Може бути корисною для аспірантів і магістрів у роботі над дисертаційним дослідженням.

Рекомендовано до видання Вченою радою Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України (протокол № 2 від 14 лютого 2023 року).

УДК 631.365:664.723(075.8)
ББК 41.47я(73)

ISBN 978-617-8269-64-7

©Котов Б. І., Степаненко С. П., 2023

ЗМІСТ

1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСУ ПОВІТРЯНОЇ СЕПАРАЦІЇ	8
1.1 Рух повітряного потоку і твердої частинки в пневмоканалах ...	8
1.2 Опір середовища переміщенню твердої частинки	13
1.3 Сили, які діють на тверду частинку в повітряних потоках пневмосистем	14
1.4 Виникнення і визначення бокових сил, що діють на тверду частинку	17
1.5 Сили під час взаємодії твердої частинки зі стінкою каналу	19
1.6 Диференціальні рівняння руху твердих частинок у повітряному потоці	34
2. ОГЛЯД МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РУХУ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ В ПОВІТРЯНИХ КАНАЛАХ ЗЕРНОСЕПАРАТОРІВ	37
2.1 Види та схемні особливості пневмосистем розділювальних апаратів (сепараторів)	37
2.2 Математичний опис руху частинки зернового матеріалу з повітряними потоками в пневмоканалах	45
2.3 Рух частинок у пневмосепарувальних каналах	52
2.4 Математичні моделі процесу пневмосепарації в нахилених каналах	84
2.5 Моделювання руху твердої частинки в пневмоінерційних сепараторах	92
2.6 Моделювання процесів переміщення та поділу компонентів зернового матеріалу в горизонтальних повітряних пневматичних каналах	95
3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ В НЕРІВНОМІРНИХ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКАХ	103
3.1 Моделювання процесу розділення компонентів зернового вороху вкиданням у повітряне середовище	104

3.2 Математична модель руху твердої частинки в повітряному середовищі з врахуванням зміни аеродинамічного опору середовища (за координатами руху)	108
3.2.1 Розділення зернового матеріалу на компоненти під час його подачі в об'єм повітряного середовища турбулентним повітряно-дисперсним струменем	110
3.3 Моделювання процесу поділу компонентів зернового матеріалу у вертикальних повітряних каналах.....	114
3.4 Теоретичне визначення закономірностей плоского руху компонентів різного матеріалу в нерівномірному повітряному потоці аеродинамічного сепаратора.....	129
3.5 Математична модель динаміки руху компонентів зернового матеріалу в каналах пневмоінерційних сепараторів (класифікаторів)	134
3.6 Визначення траєкторії руху компонентів зернового матеріалу в нахиленому повітряному каналі.....	147
3.7 Використання математичного моделювання процесу поділу КЗМ у вертикальному повітряному каналі на товарні фракції за аеродинамічними властивостями.....	151
4. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПІДСИЛЕННЯ ДІЇ АЕРОДИНАМІЧНИХ ОЗНАК ПОДІЛУ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФРАКЦІОНУВАННЯ В ПОВІТРЯНИХ КАНАЛАХ	163
4.1 Структура потоків повітря в каналах	164
<u>4.1.2 Рівномірність повітряного потоку в пневмосепарувальних каналах.....</u>	<u>166</u>
4.2. Підвищення ефективності поділу компонентів зернового матеріалу на фракції в аеродинамічному сепараторі завдяки використанню нерівномірного повітряного потоку	184
4.3 Моделювання процесу поділу компонентів зернового матеріалу на фракції в пневмоінерційному сепараторі за штучно створеного розподілу швидкості потоку.....	189
4.4 Моделювання процесу поділу компонентів зернового матеріалу у вертикальних каналах за заданого розподілу швидкості повітря за координатами	193

5. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДІЛУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ У ВІДЦЕНТРОВО-ПНЕВМАТИЧНИХ СЕПАРАТОРАХ	202
5.1 Диференціальні рівняння руху зернівок на ротаційних поверхнях відцентрових розкидачів	204
5.2 Технологія пневматично-відцентрового сепарування	226
5.3 Математичний опис процесів переміщення компонентів зернового матеріалу у відцентрово-пневматичних сепараторах	233
5.4 Удосконалена математична модель відцентрово- пневматичного сепаратора з висхідним прискореним повітряним потокм повітря	236
5.5 Удосконалена математична модель відцентрово- пневматичного сепаратора з висхідно-гальмівним повітряним потокм	251
5.6 Математичний опис процесів переміщення зерна у відцентрово-пневматичному сепараторі з ротаційним розкидачем, форма якого виконана у вигляді нахилених лопатевих поверхонь	261
6. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ	269
6.1 Математична модель процесу розділення компонентів зернових матеріалів у псевдозрідженому шарі	269
6.2 Моделювання розшарування компонентів зернового матеріалу в псевдозрідженому шарі	271
6.3 Математична модель нелінійної динаміки очищення зерна повітряним потокм на конусно-каскадній поверхні	273
6.4 Детермінована математична модель руху насіння по нахиленій повітропроникній площині за продування повітряного потоку крізь шар псевдозрідженого матеріалу	275
6.5 Математичне моделювання руху зернівок у псевдозрідженому шарі пневмотранспортувального сепаратора	277
7. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ У ВИХРОВИХ (ЗАКРУЧЕНИХ) ПОТОКАХ ПОВІТРЯ	285

7.1 Математична модель руху твердої частинки у вихровому повітряному потоці змінного за висотою радіуса	285
7.2 Математична модель руху компонентів зернового матеріалу в конічній аспіраційній камері з тангенціальним введенням повітряного потоку	297
7.3 Теоретичний аналіз знепилення повітряних потоків у прямокутному циклоні з поперечно-поточною зоною сепарації	312
8. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМОВІБРАЦІЙНИХ СЕПАРАТОРІВ ДЛЯ ВІДБОРУ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО НАСІННЯ	320
8.1 Функціональні можливості, технологічні схеми і математична формалізація процесу	320
8.2 Математичний опис процесу переміщення компонентів насіннєвого матеріалу в шарі на вібропневматичному робочому органі – нахилений деці пневмостола	325
8.3 Математичний опис процесів сепарації на пневмосортувальному столі на основі моделі гідродинаміки	332
8.4 Детермінована математична модель руху частинки у відцентровому пневмовіброзрідженому шарі насіннєвого матеріалу	337
8.5 Математичне моделювання процесу поділу насіння за густиною на вібропневматичному сепараторі з прямою декою	339
9. ІНТЕГРУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	349
У КОМБІНОВАНИХ ЗЕРНОСЕПАРУВАЛЬНИХ МАШИНАХ	349
9.1 Математична модель процесу пневматичного розділення зернового матеріалу в нахиленому каналі з нерівномірним швидкісним полем та примусовим обертанням зернівок	350
9.2 Математичне моделювання процесів поділу компонентів зернового матеріалу в комбінованому вібраційно-повітряному сепараторі	359
9.3 Моделювання процесу сепарації зерна за густиною в комбінованому вібропневматичному та повітряно-гравітаційному агрегаті.....	369

10. РОБОТА ПНЕВМОСЕПАРАТОРІВ ЗА НАКЛАДЕНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ	377
10.1 Моделювання процесу фракціонування зерна в пневматичних каналах за накладеного електричного поля	377
10.2 Підвищення ефективності фракціювання насіннєвих матеріалів за комплексом аеродинамічних і електричних властивостей	388
10.3 Моделювання процесу інерційної сепарації пилу під дією відцентрового та електричного поля в установках циклонного типу	394
Список використаних джерел	404

Список використаних джерел

1. Абдуєв М. М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей. *Х.*, 2000. Т. 7. С. 126–132.
2. Абдуєв М. М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Харків, 2007. 21 с.
3. Абдуєв М. М., Манчинський Ю. О. Теоретичне визначення доцільності області параметрів повітряного ворохоочисника. *Наукові праці НАУ*. Київ, 2000. № 7. С. 127–132.
4. Авдеев Н. Е. Центробежные сепараторы для зерна. М. : Колос, 1975. 149 с.
5. Адамчук В. В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений : монографія. К. : Аграрна наука, 2010. 178 с.
6. Адамчук В. В. Теоретичне дослідження руху частинки технологічного матеріалу в повітряному середовищі в умовах вітру і супроводжувального повітряного струменя. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2005. № 1 (7). С. 47–52.
7. Адамчук В. В., Косик П. О. Дослідження розсіювання твердих мінеральних добрив в умовах вітру. *Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин*. 2012. Вип. 42. Ч. 1. С. 3–7.
8. Адамчук В. В. Теоретичне дослідження руху мінеральних добрив по тукоспрямовувачу. *Сільськогосподарські машини*. Луцьк : ЛДТУ, 2002. Вип. 10. С. 3–7.
9. Адамчук В. В., Прилуцкий А. Н. Теоретические исследования влияния колебательного движения решет на эффективность сепарирования зерновых смесей. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2018. № 8 (107). С. 28–34.

10. Алешкин А. В. Оптимизация параметров процесса сепарирования зернового вороха замкнутой воздушной системой пневмокласификатора : автореф. дис. ... канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин : ЛСХИ, 1991. 20 с.
11. Алієв Е. Б. Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насіннєвого матеріалу соняшника : монографія. Запоріжжя : «Статус», 2019. 196 с.
12. Алієв Е. Б., Яропуд В. М. Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, 2017. №2(97). с. 19-23.
13. Алієв Е. Б. Результати чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насіннєвого матеріалу олійних культур під дією повітряного потоку. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2017. №1(53). Т.1. с. 173-180.
14. Аристов С. А. Повышение эффективности работы пневмоинерционных сепараторов зернового вороха. Челябинск. 1987. 17 с.
15. Бабаяни О. В. Сепараторы САД – надежный помощник для получения высококачественных и здоровых семян. *Новини агротехніки*. 2009. №1. с. 32-33.
16. Бабуха Г. Л., Шрайбер А. А. Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках. Киев : Наукова думка, 1972. 175 с.
17. Бакум М. В. Теоретичний аналіз руху частинок в плоскому нахиленому каналі пневматичних сепараторів. *Вісник ХНТУСГ*. Харків. 2009. №88. с.19-26.
18. Бабуха Г. Л., Рабинович М.И. Механика и теплообмен потоков полидисперсной газозвеси. К. : Наукова думка. 1969. 220 с.

19. Бабуха Г. Л., Шрайбер А. А. Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках. К. : Наукова думка, 1972. 173 с.
20. Барский М. Д., Ревнивцев В. И., Соколкин Ю. В. Гравитационная класификация зернистых материалов. М. : Недра. 1974. 189 с.
21. Барский М. Д. Фракционирование порошков. М. : Недра, 1980. 327 с.
22. Батлук В. А., Басов М. В., Климец В. В. Математичне моделювання процесів, які відбуваються в пиловловлювачі з жалюзійним відокремлювачем, який обертається. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2018. №4(38). С.3-7.
23. Белоусов А. В. Теоретические основы газоочистки. М. : Металургия. 1988. 286 с.
24. Блехман И. И., Хайман В. Я. О теории вибрационного разделения сыпучих смесей. *Известия АН СССР.Механика*. 1965. №5. С. 22-30.
25. Блехман И. И., Гортинский В. В., Птушкина Г. Е. Движение частицы в колеблющейся среде при наличии сил сопротивления типа сухого трения. *Известия АН СССР. Механика и машиностроение*. 1963. №4. С. 30-37.
26. Богатирьев Д. В. Обґрунтування параметрів пневмоімпульсної машини для сепарації насіння за густиною : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Кіровоград, 2005. 176 с.
27. Богомоллов А. В. Учет вращения частицы зерновой смеси при движении ее в воздушном потоке. *Вісник ХДТУСГ*. Харків. 2002. Вып. 9. С. 5-14.
28. Богомоллов А. В. Сепарация трудноразделимых смесей с использованием эффекта Магнуса. *Вісник ХДТУСГ*. Харків, 2003. Вип. 22. С. 5-21.
29. Богомоллов А. В., Сахаревич В. Д., Денисенко С. А., Ильин В. И. Сепарация зерновых смесей на очистительных сепараторах с

использованием эффекта Магнуса. *Вісник ХДТУСГ*. Харків, 2004. Вип. 28. Т.1. С.5-10.

30. Богомоллов О. В. Наукове обґрунтування енергозберігаючих процесів та обладнання для сепарації сипких сумішей. : автореф. дис. ... доктора техн. наук. Харків. 2007.

31. Бородай В. Н. Очистка зерна броском в воздушную среду. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Одесса. 1964. 17 с.

32. Борщ Ю. П. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневмосепарувального каналу зернових сепараторів. : дис. ... канд. техн. наук. Харків. 2019. 166 с.

33. Бредихин В. В. Обоснование параметров процесса вибропневматического разделения семенных смесей по плотности семян. дис. ... канд.техн.наук. Харьков. 2003. 246 с.

34. Бурков А. И. Повышение эффективности функционирования пневмосистем зерно- и семяочистительных машин совершенствование механико-технологического процесса и основных рабочих органов. : дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01. Киров, 1993. 500 с.

35. Бурков А. М., Сычуглов М. П. Зерноочистительные машины. Конструирование, исследование, расчет и испытание. Киров : НИИСХ Северо-Востока. 2000. 258 с.

36. Введение в земледельческую механику. / під ред. Погорілого. Л. В, Василенко В. П.. К. : Сільгоспосвіта. 1996 г. 252 с.

37. Василенко П. М. Об уравнениях транспортировки частиц в сопротивляющихся средах. *Доклады ВАСХНИЛ*, №4, 1970. с. 44-46.

38. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К. : УАСХН, 1960 .

39. Вожик Ю. Г. Анализ работы тукоразбрасывающих аппаратов. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. Киев : Урожай. 1976. Вип. 37. С. 11-17.

40. Вожик Ю. Г. Результати досліджень процесу підготовки твердих мінеральних добрив до внесення. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. Глеваха. 2001. Вип. 85. С. 99-102.

41. Воротников Б. И. Исследование и разработка центробежно-пневматического сепаратора зерновых смесей. «*Земледельческая механика*». 1971. Т. XIII. с. 70-78.

42. Гармаш Н. Г. Основы теории двухфазных потоков в рабочих процессах сельскохозяйственных машин. : автореф. дис. ... докт. тех. наук. Волгоград : ВСХИ. 1967. 53 с.

43. Гиевский А. М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин: автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.20.01. Воронеж, 2016. 40 с.

44. Гиевский А. М. Солодкин Е.Е. Аэродинамические характеристики начального участка трубы кольцевого сечения при турбулентном течении в пограничном слое. *Промышленная аэродинамика*. 1959. №12. С. 155-167.

45. Гималов Х. Х. К вопросу изучения длительности сепарации на эффективность разделения зернового материала воздушным потоком. *Труды Челябинского института мехин. электрифик. с-х*. 1980. Вип. 164. С. 73–77.

46. Гончаров Е. С. О характере движения материальной частицы в подвижной воздушной среде. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. Киев : Урожай, 1966. Вип.2. С. 122–132.

47. Гончаров Е. С. Резерви удосконалення пневматичної сепарації зернових матеріалів *Механізація та електрифікація сільського господарства*. К. : Урожай, 1971. Вип.18. С. 30–37.

48. Гончаров Е. С. Механико-технологическое обоснование и разработка универсальных виброцентробежных зерновых сепараторов : автореф. дис. ... докт. техн. наук. М. 1986. 34 с.

49. Гончаров Е. С., Малюта С. И. Механико-математическая модель движения частиц семенной смеси по поверхности ротора пневмовибрационного сепаратора. *Механизация и электрификация с.-х.* Киев. 1986. Вып. 64. С.24-29.

50. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1980. 304 с.

51. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Вопросы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. М. : Колос. 1980 265 с.

52. Обґрунтування параметрів повітряно-гравітаційного сепаратора для попереднього очищення вороху Гросул Л. Г. та ін. *Наукові праці Одеської національної академії харчових виробництв.* 2009. Вип. 36 т.1 С.264-268.

53. Демский А. Б. Пневматическое сепарирование на зерноперерабатывающих предприятиях. М. : УНИТЭИ. 1972. 59 с.

54. Дерев'янюк Д. А. Механіко-технологічне обґрунтування процесів зниження травмування насіння зернових культур технічними засобами : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.05.11. Тернопіль, 2018. 47 с.

55. Дерев'янюк Д. А. Обґрунтування та теоретичні розрахунки руху зернівок вздовж лопаток похилих секторів відцентрового сепаратора. *Збірник наук. праць Укр НДПІВТ ім. Л. Погорілого.* 2014. Вип. 18. С.285-293.

56. Двухфазные моно- и полидисперсные течения газа с частицами / под ред.. Стернина Л. С. М. : Машиностроение. 1980. 172 с.

57. Дринча В. М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж : Из-во НПО МОДЭК, 2006 384 с.

58. Дринча В. М., Суконкин Л. М. Исследование вибропневмосепараторов с прямоточной декой. *Техника в сельском хозяйстве*. 1997. №8. С.13-15.
59. Дринча В. М., Ямпиров С. С. Двухканальной пневмоинерционный ворохоочиститель. *Механизация и электрификация с-х*. 1998. №10/11. С. 7-10.
60. Дулаев В. Г., Яцевич Г. В., Гортинский В. В. Анализ вибрационного и вибропневматического разделения зерновок пшеницы различной плотности и стекловидности. *Труды ВНИИЗ*. Вып.107. 1986. С.84-91.
61. Єрмак В. П. Обґрунтування способу сепарування насіння соняшника у повітряних потоках. : дис. ... канд. техн. наук. Луганськ. 2003. 166 с.
62. Єрмак В. П. Визначення кількості насіння, яке в результаті дії сили Жуковського та розщеплення вертикальної траєкторії, потрапить до бічних стінок вертикального каналу сепаратора. *Сб. наук. праць Луганського національного аграрного університету*. Луганськ. 2007 №76(99) С. 139–145.
63. Єрмак В. П. Концепція аеродинамічної сепарації насіння сільськогосподарських культур та засоби їх реалізації. : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Тернопіль. 2009. 39 с.
64. Ермолаев С. Д. Обоснование принципа рациональной организации процесса гравитационной сепарации. *Труды Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ЧИМЭСХ)*. Челябинск 1976 Вип. 117. С. 33–39.
65. Жуковский Н. Е. Теоретическая механика. М.Л., 1950. 812 с.
66. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин., Т. 3, ч. 7. Очистка і сортування насіння. Харків : Око. 2006. 407 с.

67. Заїка П. М. Избрание задачи земледельческой механики. Движение обрабатываемого материала в сопротивляющейся среде. Харьков. : ХИМЭСХ. 1991. 62 с.

68. Заїка П. М. Свободное движение материальной точки в спокойной изотропной газообразной среде / П.М. Заика, В.И Мельник, А.И. Аникеев . Весник Харьковского государственного технического университета (ХПИ). Динамика и прочность машин. 2001. Вып. 25. С. 153-164.

69. Зверев Н. И., Ушаков С. Г. О движении твердой частицы в потенциальном вращающемся потоке. *Инженерно-физический журнал*. 1968 т. XIV №1 С. 90 – 93.

70. Зевелев Б. В., Цыбулевский Ю. Г. О влиянии распределения скоростей воздушного потока на эффективность процесса сепарирования зерновых смесей на пневмостоле. *Труды ВНИИЗ*, 1974. Т.6. С. 14-26.

71. Злочевский В. Л. Расчет и конструирования воздушных сепараторов (Уч. пос.) Барнаул. : Алтайский политехнический ин-тут. 1981. 90 с.

72. Злочевский В. Л., Терехова О. Н. Повешение технологической эффективности пневмофракционирование зерновых масс. *Хранение и переработка зерна*. 2004. №5(59). с. 38–40.

73. Злочевский В. Л. Интенсификация процесса аэродинамического разделения зерновых материалов. : автореф. дис. ... доктора техн. наук. Новосибирск : СНИИМЭСХ. 1986– 33с.

74. Злочевский В. Л. Пневмосепарация зерновых материалов и продуктов их размола. сб. *Современие проблемы техники, технологии, хранения и переработки зерна*. Барнаул : Алтайский государственной технический университет. 2000. с. 12–14.

75. Зуев Ф. Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. М. : Колос. 1979. 344 с.

76. Ільченко А. А. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів аеродинамічного сепаратора насіння баштових культур : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кіровоград. 2014. 20 с.
77. Идельчик И. Е. Аэродинамика технологических сепараторов. М. : Машиностроение. 1983. 35 с.
78. Идельчик И. Е. Справочник по аэродинамическим сопротивлениям. М. : Машиностроение. 1992. 672 с.
79. Идельчик И. Е. Аэродинамика промышленных аппаратов М., Л. : Энергия. 1964. 287 с.
80. Ицексон З. Х. Исследование пневмосепарационного процесса в вертикальных каналах с целью повешения его эффективности при очистке и сортирование семян. Омск : ОСХИ. 1974. 32 с.
81. Кайзер Ф. Зигзагообразный сепаратор-воздушный сепаратор нового типа. *Труды Европейского совещания по измельчению*. М. : Из-во литературы по строительству. 1966. С. 552-567.
82. Теоретичне дослідження розділення дрібнонасінневих сумішей в пневмоелектричному каналі /С. Й. Ковалишин та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2014 № 18. С. 86-95.
83. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника. : автореф. ... дис. ... канд. техн. наук. Мелітополь. 2015. 23 с.
84. Колодій А. С., Кюрчев С. В. Математическое описание поведения зерновок подсолнуха в воздушном потоке разделительных установок. *Motrol. Lublin-Rzeszow*. 2015. Vol.17 № 9p. 9-13.
85. Косенко Н. А. Очистка вентиляционных выбросов в вихревых прямоточных аппаратах. : дис. ... канд. техн. наук. Харьков. 2004. 199 с.
86. Косилов Н. И. Интенсификация сепарирования зернового вороха. : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Челябинск 1989. 43с.
87. Косилов Н. И., Аристов С. А. Влияние скорости воздушного потока, скорости угла вбрасывание на характер движения компонентов

зерносомомистого вороха. *Труды Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ЧИМЭСХ)*. Челябинск. 1979. Вып. 151. с. 40-44.

88. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження). Монографія / Б. І. Котов та ін. Ніжин : Лисенко М. М. 2017. 552 с.

89. Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А. Концептуальні основи створення технічних засобів первинної обробки зерна в умовах господарств *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. Вип. 47. ч.1. Кропивницький : ЦНТУ, 2017. С. 105-114.

90. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Тенденції розвитку конструкції машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кіровоград. 2003. Вип. 33. с. 53-59.

91. Котов Б. І., Степаненко С. П., Швидя В. О. Перспективи розвитку машин та обладнання для пневмовідцентрової сепарації. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук. Праць Дослідницьке*. 2006. Вип. 9 (23) кн. 1. С. 239-246.

92. Котов Б. І. Вібропневматичне розділення насінневих сумішей. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 55-58.

93. До теорії розділення зерна в повітряному потоці. / Б. І. Котов, Степаненко С. П., Швидя В. О., Коваль Ю. Г.. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Вип. 39. Кіровоград : КНТУ, 2009. С. 54-62.

94. До питання пневмогравітаційної сепарації зернових матеріалів. / Б. І. Котов та ін. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017 № 4 (99) с. 51-55.

95. Котов Б. І., Степаненко С. П., Попадюк І. С. Підвищення ефективності сепарації зернових сумішей використанням протитечійної подачі матеріалу в горизонтальний повітряний потік. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. Вип. 3. С. 121-125.

96. Котов Б. І., Степаненко С. П. Основні теоретичні положення сепарації зернового матеріалу в повітряних каналах з нерівномірною швидкістю повітряного потоку . *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. Вип. 50. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 122-133. DOI:<https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.122-133>

97. Котов Б. І., Степаненко С. П. Закономірності руху частинок в пневмоінерційному сепараторі при змінній швидкості горизонтального повітряного потоку. *Сільськогосподарські машини. Зб. наук. праць Луцького національного технічного університету*. Луцьк. 2016 Вип. 35 с. 40-45.

98. Котов Б. І. Степаненко С. П. Дослідження впливу пульсуючого повітряного потоку на переміщення зерна у віброзрідженому шарі зерносомомистого вороху. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха. 2016. Вип. 4 (103). С. 33-46.

99. Котов Б. І., Степаненко С. П., Швидя В. О Аналітичні дослідження раціональної подачі зернової суміші в аспіраційний канал пневмовідцентрових сепараторів. *Вісник ХНТУСГ*. Харків 2010. 103 С. 55-61.

100. Котов Б. І., Степаненко С. П., Швидя В. О., Коваль Ю. Г. До теорії розділення зерна в повітряному потоці. *Загальнодержавний*

міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2009. Вип. 39. С. 54-62.

101. Котов Б. І., Степаненко С. П., Швидя В. О. Результати експериментальних досліджень пневмосепарації зерна у пневмовідцентровому сепараторі з удосконаленим експериментальним диском *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 23. Кіровоград : КНТУ, 2010. С.250-256.*

102. Котов Б. І., Спірін А. В., Зозуляк О. В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. *Техніка, енергетика, транспорт АПК. Вінниця. 2016. №4(98). С. 10-14.*

103. Моделювання процесу фракціонування зерна в пневматичних каналах при накладеному електричному полі. Котов Б. І. та ін. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Промислова гідравліка і пневматика». Вінниця : ВНАУ. 2018. № 2 (60). С. 65-73.*

104. Підвищення ефективності фракціонування насінневих матеріалів за комплексом аеродинамічних і електричних властивостей / Котов Б. І., Панцир Ю. І., Герасимчук І. Д., Степаненко С. П. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: "Енергетика та автоматика". К. №5. 2018 р. С. 82-90.*

105. Котов Б. І., Степаненко С. П., Грищенко О. В. Аналіз процесу знепилення повітряних потоків в прямоточному циклоні з поперечно-поточною зоною сепарації. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, «Проблеми надійності машин». Випуск 205. Харків: ХНТУСГ. 2019. С. 116-124.*

106. Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А. Моделювання процесу очистки повітряних потоків зерносепараторів в прямоточних

циклонах. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*, «Проблеми надійності машин». Випуск 205. Харків : ХНТУСГ. 2019. С. 142-154.

107. Котов Б. І. Ідентифікація параметрів сипкого середовища у віброзрідженому стані за експериментальними даними. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету*. Київ. 2003. Т.ХV. С. 161-164.

108. Котов Б. І., Степаненко С. П. Основні концептуальні положення пневматичного фракціонування зернових матеріалів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха. 2017. Вип. 6 (105) с. 132–142.

109. Кошулько В. С. Тенденция развития технологий и технических средств для сепарации зерновых материалов. *Хранение и переработка зерновых*. 2014. №2(179) С. 22 – 24.

110. Кочергина Н. Н. Исследование процесса очистки газа от пыли в циклонах. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львов. 1987. 20 с.

111. Крекот М. М. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневматичного сепаратора насіння овочевих культур. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків. : ХНТУСГ. 2015. 20 с.

112. Куц В. П. Науково-практичні основи створення високоефективного пилоочисного обладнання комбінованої дії. : автореф. дис. ... доктора техн. наук. Львів. : ЛПІ. 2015. 20 с.

113. Балістика крапель які випаровуються при польоті. / Кучеренко С. І., Ольшанський В. П., Ольшанський С. В., Тищенко Л. М. Харків : ХНТУСГ. 2007. 304 с.

114. Кушелевский В. Г., Глявин В. А., Полтавец Л. М. Машины и аппараты по обеспиванию и классификации измельченного продукта в воздушном потоке. М. : ЦНИИТЭИ Пищепрома. 1971. 56 с.

115. Лещенко С. М. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючої системи інерційного прямооточного сепаратора зерна. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кіровоград. : КНТУ. 2010 20 с.
116. Ляпцев С. А., Потапов В. Я. Математическое описание поведения рудных частиц в воздушном потоке разделительных аппаратов. *Современные проблемы науки и образование*. 2012 №1 с. 1–6.
117. Лойсянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М. : ГИФМЛ. 1978. 787 с.
118. Малис А. Я., Демидов А. Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком. М. : Машгиз. 1962.
119. Мартинов С. В., Мартинов Ю.В., Юрченко В.Н.. О сепарации частиц в прямооточном гидроциклоне. 1991. 34 с. (Препринт №493. М. : Институт проблем механики АН СССР)
120. Матвеев А. С. О движении частиц зерновых материалов в пневмосепарирующем канале. *Доклады ВАСХНИХ*. Москва. 1972. №5
121. Матвеев А. С. К выбору формы сечения пневмовепарирующего канала. *Тракторы и сельхозмашины*. 1971 №9 – с. 26 – 28.
122. Матвеев А. С. Исследование параметров пневмокласификатора семенного-материала. *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*. 1964. № 1. С. 55–56.
123. Матвеев В. Н., Кирсанов Е. А. Вязкость и структура дисперсных систем *Вестник МГУ*. М. 2011. Т.52. №4. С.243-273.
124. Мизонов В. Е., Ушаков С. Г. Аэродинамическая классификация порошков. М. : Химия. 1989. 160 с.
125. Миронов А. В. Повышение качества разделения зернового вороха пневмоинерционным сепаратором за счет совершенствования структуры воздушного потока. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск : ЧИМЭСХ. 1994. 16 с.

126. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження) : Монографія / Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.

127. Мякин В. Н., Шалдаев Б. П., Крапивин Ю. А. Изучения возможности сортирование семян пшеницы в воздушном потоке. *Сб. научных трудов Саратовского сельскохозяйственного института*. 1975 Вип.49 – С. 126–129.

128. Назаров С. И. Теоретическое исследование центробежных аппаратов для внесения удобрений. *Вопросы с-х механики*. Минск. 1967. Т.XVII (17). С. 44-81.

129. Нелюбов А. И., Ветров Е. Ф. Пневматические системы сельскохозяйственных машин. Машиностроение. 1967. 190 с.

130. Нестеренко О. В. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючого каналу з багаторівневим введенням зернового матеріалу. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кропивницький. 2017. – 21 с.

131. Дослідження безконтактного руху легких домішок у вертикальному пневмосепаруючому каналі. / Нестеренко О. В., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковський О. М. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кіровоград : КНТУ. 2016 Вип 46 с.271 –279 с.

132. Нилов В. П. Анализ движения компонентов мелкого зернового вороха в воздушном потоке. *Труды Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства*. Челябинск : ЧИМЭСХ. 1981. Вип 168 с. 56.

133. Ольшанский В. П., Ольшанский С. В. О траектории полета вращающейся сферической частицы. *Вісник ХНТУСГ*. Харків. 2009. Вип. 88. С. 54–61.

134. Ольшанский В. П. Оботражении падающих семян стационарным восходящим потоком воздуха. *Вісник ХНТУСГ ім П. Василенка*. Харків. 2007. Вип. 58. С. 37–43.

135. Ольшанский В. П., Ольшанский С. В. Неравенства для оценки параметров траектории полета частицы в газовой среде. *Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка : Сучасні напрямки технології та механізації процесів перероб. і харч. вир-в*. Харків, 2012. Вип. 131. С. 27-32.

136. Павленко А. М., Чейлытко А. А. Особенности гидродинамики дисперсного потока в вихревых камерах. Днепродзержинск : ДГТУ. 2010. 101 с.

137. Паламарчук І., Кюрчев С., Верхоланцева В., Колодій О. Математичне моделювання віброаспіраційного сепарування насінневого матеріалу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження*. 2018. № 22. С. 172-176. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_agr_2018_22_23

138. Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Кюрчева Л. М., Верхоланцева В. О. Обґрунтування конструкції та принципу роботи віброаспіраційного сепаратора. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Серія : Технічні науки*. Мелітополь, 2018. Вип. 18, т. 2. С. 99-107. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2018_18_2_8

139. Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Кюрчева Л. М., Верхоланцева В.О. Дослідження динаміки руху насінини при виході з живильного конуса віброаспіраційного сепаратора. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2018. №8, Т. 2. С. 1-8.

140. Пахмура Н. Г. Исследование класыфикации веществ воздушным потоком. : дис. ... канд. техн. наук. Донецк : ДХТИ. 1964. 128с.

141. Потякина С. Н. Исследование воздушной силы зерноочесных машин с замкнутой циркуляцией воздуха. : автореф. дис. ... канд. техн. наук Пушкин : «ЛСХИ». 1969. 23с.

142. Петренко Д. І. Обґрунтування параметрів відцентрового – пневматичного сепаратора зерна. : автореф. дис. ... канд. техн. Наук. Кіровоград 2011. 20с.

143. Петренко Н. Н., Марченко И. В, Марченко К. Н. Анализ процесса сепарации зерна на решете в среде пульсирующего воздушного потока. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин Кіровоград : КНТУ. 2003. 20с.

144. Науково-технологічні основи очисного та сушильного зернового обладнання, що працює в стані псевдозрідження: монографія / Петренко М. М. та ін. Кіровоград. 2013. 212 с

145. Півень В. В. Совершенствование технологического процесса разделения зернового вороха и обоснование параметров пневмоинерционного сепаратора. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск 1987. 87с.

146. Півень В. В. Совершенствование технологического процесса очистки зерна фракционированием зернового вороха по аэродинамическим свойствам. : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Челябинськ : ЧГАИУ 1995. 35с.

147. Пирумов А. И. Обесиливание воздуха. М. : Стройиздат 1981. 296с.

148. Пирумов А. И. Аэродинамические основы инерционной сепарации. М. : Госстройиздат. 1961. 272с.

149. Поляков С. Н. Гидродинамика газовзвеси в вихровых аппаратах. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва. 1992. 16с.

150. Потураев В. Н. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов К. 1989.

151. Прандль Л. Гидроаэромеханика. М. : Ин. Лит. 1951. 575 с.

152. Прилуцький А. Н. Обґрунтування пневмовихровідцентрового способу і конструкції пристрою для сепарування зернових *Сільськогосподарські машини*. Луцьк : ЛНТУ. 2012. Вип.28. с. 61-67.
153. Романов Г. И. Процессы в воздушном сепараторе с диаметральной вентилятором. : автореф. дис. ... канд.техн.наук. М. : МТИПП. 1984. 23с.
154. Рибалко Р. И. Воздушная сепарация сухих строительных материалов. Макеевка. : ДонНАСА. 2010. 120 с.
155. Сабашкин В. А. Разделения мелкосоломистого зернового вороха с предварительной пордготовкой в струйном воздушном потоке. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск : СибНИИМЭСГ. 1988. 18с.
156. Седешев М. А. Моделирование процессов пневмосепарации. *Сб. статей «Современные проблемы техники, технологий, хранения и переработки зерна»* Барнаул. : Алтайский государственный университет. 2000. с. 62-67.
157. Сергеев А. С., Шушол И. Определение эффективности сепарирования семян по плотности в вертикальном воздушном. *Сб. научных трудов МИИСП*, Вып. 1. Т.16. М. 1979. с. 72-76.
158. Скриннік І. О. Обґрунтування параметрів зерносушарки каскадного типу для обробки насіння у киплячому шарі : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Кіровоград : КНТУ, 2010. 17 с.
159. Сліпченко М. В. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневмосепаруючого пристрою вібровідцентрових зернових сепараторів : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.05.11. Харків, 2012. 20 с.
160. Смышляев Г. К. Воздушная класификация в технологии переработки полезных ископаемых. М. : Недра. 1969. 101 с.
161. Соколовская Т. В. Математическое моделирование аэродинамических процессов в аппаратах циклонного типа. : автореф. дис. ... канд.техн.наук. Иваново. 1985. 16 с.

162. Соу С. Гидродинамика многофазных систем. М : Мир. 1971. 536 с.
163. Степаненко С. П., Швидя В. О., Попадюк І. С. Аналіз розвитку конструкцій пневмосепаруючих систем сепараторів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: Загальнодержавний збірник.* – 2017. - Вип. №5 (104). Глеваха : ННЦ“ІМЕСГ”. 2017. С.132-142.
164. Степаненко С. П., Котов Б. І., Спірін А. В. До питання математичного опису руху вимолоченого насіння в кільцевому каналі змінного перерізу. *Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка.* Харків : ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2017. Вип. 180 С. 330-339.
165. Степаненко С. П., Котов Б. І. Пневмоінерційне фракціонування зернових матеріалів в повітряних потоках змінної структури. *"Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2018 року)* : збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції. МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2018. С.75-77.
166. Степаненко С. П., Котов Б. І. Дослідження закономірностей руху компонентів зернового матеріалу під час пневмогравітаційного фракціонування у вертикальному каналі. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : Загальнодержавний збірник. Вип. №7 (106). Глеваха : ННЦ“ІМЕСГ”., 2018. С.82-89.
167. Степаненко С. П., Швидя В. О. Математическая модель движения зерна в коническом аспирационном канале. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : Загальнодержавний збірник. 2015. Вип.2(101). Глеваха : ННЦ“ІМЕСГ”, 2015. С.108-115.
168. Степаненко С. П. Дослідження процесу пневматичної сепарації насіння в кільцевому зигзагоподібному сепараторі. *“Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім.*

Петра Василенка”. Випуск 75. “Механізація сільськогосподарського виробництва” : зб. наук. пр. Харків : ХНТУСГ. 2008. Т1. С. 59-65.

169. Степаненко С. П. Експериментальні дослідження процесу пневмосепарації насіння. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України «Техніка та енергетика АПК»*. 2011. Вип. 166(2). С. 187-197.

170. Степаненко С. П. Математична модель вібраційного розділення зерна на вібропневмосепараторі. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Глеваха : ННЦ“ІМЕСГ” НААН України. 2013. Вип.97. Т.1. С.366-375.

171. Степаненко С. П., Котов Б. І. Обґрунтування раціональної форми і параметрів розподільчо-направляючої поверхні живильного пристрою «Механізація та електрифікація сільського господарства» : Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2017. Вип. №5 (104). С.76-83.

172. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Глеваха : ННЦ «ІМЕСГ». 2021. 50 с.

173. Степанов Г. Ю, Зицер И. М. Инерционные воздухоочистители. М : Машиностроение. 1986. 184 с.

174. Стоянов Н. И. Исследование циклонных пылеуловителей с неподвижными и вращающимися устройствами. : автореф. дис. ... канд.техн.наук. Одесса : ОПИ. 1982. 242 с.

175. Страус В. С. Промышленная очистки газов. / пер. с англ. Л. : Химия. 1981. 676 с.

176. Стеничев М. Г. Исследование процесса разделения мелкого соломистого вороха встречным воздушным потоком. : автореф. дис. ... канд.техн.наук. ЧИМЭСГ 1975. 26 с.

177. Сычугов Н. П. Воздушные системы машин послеуборочной обработки зерна (технологические схемы, теория, расчет) : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Пушкин :ЛСХИ, 1988. 36 с.
178. Тейтельбаум А. Х. Исследование процесса пневмосепарации зерновых смесей с принудительным вращением зерновок : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01. Барнаул, 1978. 26 с.
179. Тищенко Л. М., Бредихин В. В., Харченко С.А. Вибрацентробежное разделение смеси с учетом рифлей. *Вісник ХНТУСГ*. Харків. 2008. Вип.74. С. 12-18.
180. Тищенко Л. Н., Харченко С. А., Борщ Ю. П., Абдуев М. М. Способ повышения эффективности пневмосепарирования зерновых смесей в пневмосепарирующих устройствах. *Вісник ХНТУСГ*. Харків. 2014. Вип.48-С.150-158.
181. Тищенко Л. Н., Слипченко М. В. Уравнение динамики зерновой смеси на тарелчастом разбрасывателе виброцентробежного сепаратора. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2012. №1. С. 123-127.
182. Туров А. К. Пневмосепарация зерна в вертикальном канале с подготовкой в струйном плоскопаралельном потоке. : авторефер. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск : СИБИМЭСХ. 1984. 19с.
183. Ушаков С. Г., Зверев Н. И. Инерционная сепарация пыли. М : 1974. 168с.
184. Фабрикант Н. Я. Аэродинамика. – М.-Л. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. 624 с.
185. Халатов А. Л. Теория и практика закрученных потоков. К. : Наукова думка. 1988. 192 с.
186. Ханова Л. А. Совершенствование воздушных сепараторов с замкнутым циклом воздуха для крупозаводов. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. 1983. 26с.

187. Харченко С. О. Обґрунтування параметрів процесу очищення повітряного потоку пилоосаджувальною камерою вібровідцентрових зернових сепараторів. : дис. ... канд.техн.наук. Харків. 2007. 230 с.

188. Холин Б. Г., Ковалев И. А., Склабинский В. Н. Гидродинамика двухфазных потоков в вихревом противоточном массообменном аппарате. *Химия и химическая технология. Известия ВУЗов*. 1982. Т. XXV. №7. с. 894-897.

189. Цециновский В. М., Птушкина Г. Е. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий. М : “Колос”. 1976. 368 с.

190. Чебанов А. Д. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмосепаратора рушанки рицини з пиловловлюючим пристроєм : авторефер. дис. ... канд. техн. наук. Мелітополь : ТДАУ. 2013. 20с.

191. Шалдаев Б. П. Исследование щелевого аспирационного канала для очистки и сортировки зерна : автореферат дис. ... кандидата технических наук. 05.06.01. Саратов : Сарат. ин-т механизации сельск. хоз-ва им. М. И. Калинина, 1975. 22 с.

192. Швидя В. О. Підвищення ефективності пневмовідцентрового сепаратора та обґрунтування параметрів робочих органів : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Глеваха. 2012. 20 с.

193. Шиляев М. М., Дорохов А. П. Методы расчета и принципы компоновки пылеулавливающего оборудования. Томск : ТГУ, 1999. 240 с.

194. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. / пер. с немецкого. М. : «Наука», 1974. 711 с.

195. Шушол И. Исследование дополнительного сортирования посевного ячменя воздушным потоком. : автореф. дис. ... канд. техн. наук. МИИСП. 1979. 15с.

196. Щукин В. К., Халатов А. Л. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в оссиметричных каналах. М. : Машиностроение. 1982. 200 с.
197. Яременко Н. К. Исследование работы пневматического сортировального стола. *Труды ВИМ*. 1952. Т.17. с.27-32.
198. Bulgakov V., Nikolaenko S., Holovach I., Boris A., Kiurchev S., Ihnatiev Ye., and Olt J. Theory of motion of grain mixture particle in the process of aspiration separation. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18(S2), 1177-1188, <https://doi.org/10.15159/AR.20.069>.
199. Kharchenko S., Borshch Y., Kovalyshyn S., Piven M., Abduev M., Miernik A. et. al. Modeling of Aerodynamic Separation of Preliminarily Stratified Grain Mixture in Vertical Pneumatic Separation Duct. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, Issue 10. 4383. doi: 10.3390/app11104383

Наукове видання

КОТОВ Б.І., СТЕПАНЕНКО С.П.

**ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ПОВІТРЯНОЇ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Монографія

Видання друкується за авторським редагуванням

Формат 60×1/16. Тираж 300 пр. Ум. друк. арк. 28,9. Зам. №64.
Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»
03022, Київ, вул. Васильківська, 32.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
субекта видавничої справи ДК №4131 від 04.08.2011 р.

