

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА МЧС ПО ОХРАНЕ ЛЕСОВ КРЫМА ОТ ПОЖАРОВ

**Маловик И.В., Стрелец В.В.**

Академия пожарной безопасности МЧС Украины  
61023, г. Харьков-23, ул. Чернышевского 94  
e-mail: vstrelec@ua.fm

В докладе отмечается, что в Крыму (как правило, в труднодоступной, гористой и сильно пересеченной местности) постоянно происходят лесные пожары, которые наносят не только большой экономический, но и непоправимый экологический ущерб региону. В среднем каждый год сгорает почти 272 га реликтового леса, который способствует формированию уникального климата сухих субтропиков в Крыму. Этот ущерб усугубляется тем, что пожары происходят в местности, которая прилегает к курортам Южного берега Крыма, и в летний период (в среднем 32 дня в году), когда приезжает основная масса отдыхающих.

Согласно действующему законодательству государственный контроль над выполнением правил пожарной безопасности в лесах, профилактическую работу и тушение лесных пожаров возложен на органы, входящие в систему лесного хозяйства. Однако, учитывая сложность пожаров, а также высокую организованность и мобильность подразделений Государственного департамента пожарной безопасности МЧС, на тушение лесных пожаров постоянно привлекаются подразделения пожарной безопасности городов и населенных пунктов.

Рассмотрены особенности тушения лесных пожаров в горно-лесистой местности, которые носят достаточно общий характер, и не будут меняться в течение продолжительного промежутка времени. Особенно это характерно для особенностей, вызванных географическими составляющими.

Отмечено, что для анализа вероятной ситуации (до тех пор, пока социально-экономические условия не меняются) целесообразно рассматривать или ситуацию, когда число пожаров будет равно математическому ожиданию (153 пожара), или наилучшую из имевших место (в 1995 году в АР Крым было 490 лесных пожаров).

Показано, что если рассматривать только дни, когда подразделения пожарной охраны выезжают на тушение лесных пожаров, в качестве модели эмпирических данных для потока вызовов может служить выражение

$$P_k(\tau) = \frac{(1,69 \cdot \tau)^k}{k!} \cdot e^{-1,69 \cdot \tau}$$

где  $P_k(\tau)$  - вероятность того, что за время  $\tau$  поступит  $k$  вызовов пожарных подразделений ( $k=0, 1, 2, \dots$ );  $\lambda = 1,69$  - среднее число вызовов пожарных подразделений в сутки;  $\tau$  - рассматриваемый промежуток времени.

Его анализ показал, что обязательно необходимо рассматривать случаи, когда имеют место 7-8 выездов на тушение лесных пожаров в сутки.

В докладе отмечено, что для моделирования времени следования к месту лесного пожара в Крыму можно использовать выражение

$$f(t) = 0,2 \cdot \frac{(0,2 \cdot t)^7}{7!} \cdot e^{-0,2 \cdot t}, \quad (t > 0)$$

где 0,2 – параметр закона Эрланга; 7 – порядок закона Эрланга.

Также показано, что в качестве модели, которая описывает время тушения лесного пожара в горной местности, может использоваться выражение

$$f(t) = 0,12 \cdot \frac{(0,12 \cdot t)^4}{4!} \cdot e^{-0,12 \cdot t}, \quad (t > 0)$$

а модели, которая описывает время обслуживания такого пожара

$$f(t) = 0,006 \cdot \frac{(0,006 \cdot t)^3}{6!} \cdot e^{-0,006 \cdot t}, \quad (t > 0)$$

Анализ полученных результатов показывает, что более чем в двадцати четырех случаях в течение года может быть время обслуживания больше трех суток. Это приведет к существенному снижению уровня пожарной и экологической безопасности той городской местности (Ялта, Симферополь, Феодосия...), для охраны которой, в первую очередь, и образуются подразделения МЧС, которые привлекаются для тушения лесных пожаров в горной местности.

## ОЧИСТКА ГАБАРИТНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫМ СПОСОБОМ

**Мамутова Э.Д., Ожиганов Ю.Г.**

Севастопольский национальный технический университет  
99053, г. Севастополь, Стрелецкая балка

При эксплуатации морских судов необходимой операцией повторяющейся каждые 1,5-3 года, является очистка в доке от старой плохо держащейся краски и продуктов коррозии подводной части стального корпуса. Очистка производится непосредственно после подъема судна из воды, пока продукты обрастания морскими организмами и продукты коррозии не высохли и не стали твердыми. Вода после очистки и частично продукты, удаленные с корпуса, попадают в морскую акваторию. Особенно опасным является попадание в морскую воду токсинов из противообрастающей краски, представляющих собой окись меди, закись меди, ацетат меди и другие опасные соединения. Второй раз корпус чистят в доке сухим абразивом от налета оксидов железа перед нанесением лакокрасочного покрытия. Этот процесс загрязняет окружающую среду пылевидными продуктами.

Основной задачей было совмещение первой и второй очистки после поднятия судна в док, чтобы понизить повторное удаление загрязнений перед окраской. Для этого процесс очистки был переведен на пресную воду, которая менее коррозионно агрессивна, чем морская, по замкнутому циклу со сбором воды после использования, её фильтрацией и последующей подачей на очистку.

Для этого было спроектировано специальное устройство, содержащее два твердосплавных сопла малого диаметра, из которых по касательной истекают две струи воды под давлением до 1000-1200 атмосфер. Сопла закреплены на вращающейся системе. Вследствие этого струи попадают не в отраженную от очищаемой поверхности массу воды, а непосредственно на металл, что резко повышает абразивное воздействие воды и эффективность очистки.

Проведенные в доке эксперименты показали, что для очистки достаточно иметь в оборотной системе 5 кубометров воды. Даже при её полной потере в течение 8 часов работы количество попадающей в акваторию воды будет на два порядка меньше. Спроектированное оборудование имеет специальные устройства для сбора воды в процессе очистки и многократного её использования после фильтрации.

Капсулизация гидроочистки в небольшом объеме воды при малой её потере позволила поставить вопрос о применении присадок к воде, которые могут обеспечить предотвращение или резкое замедление коррозионного процесса очищаемого металла.

Такая присадка была разработана и прошла лабораторные, стендовые и натурные испытания. По своим свойствам она растворяется в воде, не горит, не токсична и по санитарному заключению может сбрасываться в акваторию. Физико-химическая природа специально подобранного состава такова, что на свежоочищенной стальной поверхности тормозится адсорбция, как катионов, так и анионов и создаются условия, близкие к потенциалу незаряженной поверхности железа. При этом на железо адсорбируется тяжелая мало полярная молекула продукта синтеза глицерина и фосфата, которая просто удерживается в течение 30 суток.

Эта пленка практически полностью предотвращает процесс коррозии железа на таком уровне, что через месяц без повторной очистки поверхность корпуса может окрашиваться органическими лакокрасочными покрытиями. На силу сцепления лакокрасочного материала со сталью адсорбционная пленка практически не оказывает влияние. Эксперименты подтвердили, что сталь, окрашенная по адсорбционной пленке и без неё, ведет себя в Черноморской воде в течение 8000 часов одинаково.

Устройство для гидроочистки корпуса судна и ёмкость (5 кубометров) для водооборотной системы могут быть установлены на любой из существующих типов доковых манипуляторов для очистки или окраски днищевой и бортовой частей корпуса судна.

### **Литература:**

- 1 Розенфельд И.Л. и др. Ингибиторы коррозии. -М.: «Химия», 1977
- 2 Ожиганов Ю.Г. и др. Современные методы защиты судовых систем от общей и локальной коррозии. Киев, «Знание», 1982

**МОНІТОРИНГ СУЧАСНИХ ПЕСТИЦИДІВ В АГРОЦЕНОЗАХ****Магусевич Г.Д.**

Інститут агроекології та біотехнології УААН

03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12

Моделювання і прогнозування поведінки пестицидів, з однієї сторони, дають можливість оцінити і передбачити ступінь антропогенного навантаження на навколишнє середовище і людину в зв'язку з застосуванням пестицидів, з іншої сторони – визначити ефективність пестицидних препаратів і вносити відповідні корективи в технології і регламенти їх застосування. При описанні поведінки пестицидів і оцінки їх персистентності в ґрунті, рослинах і інших об'єктах агроценозів широко використовують показники  $T_{50}$ ,  $T_{95}$ . Це періоди часу на протязі яких вміст пестициду знизиться відповідно на 50 і 95%.

Для розрахунку  $T_{50}$  необхідно мати модель, яка відображає процеси деструкції токсичних речовин в тому чи іншому середовищі. Такою моделлю може бути константа швидкості деструкції. Вона не залежить ні від вихідних концентрацій, ні від часу спостережень за процесом і несе в собі інформацію, яка охоплює весь процес розкладу пестицидів в об'єктах навколишнього середовища.

Як показують дослідження, експоненційна модель є найбільш простою і в той самий час вона достатньо імовірно відображає кінетику деструкції пестицидів в ґрунті і рослинах. Константа швидкості ( $k$ ) розраховується за рівнянням реакцій першого порядку:  $k = (2,303/t) \lg (C_0/C_t)$ , де  $t$  – період часу (доба);  $C_0$  – початкова концентрація пестициду і  $C_t$  – кількість пестициду через певний період часу (мг/кг).

Вміст пестициду в об'єкті, який аналізується може бути визначений простим і доступним методом тонкошарової хроматографії. Важливо підкреслити, що при цьому не потрібно ні особливої чутливості, ні особливої точності аналітичного методу. Визначив  $k$ , можна розрахувати вміст пестициду в таких межах, які не доступні існуючим методам (навіть таким чутливим, як газорідинна хроматографія). Наприклад, в наших дослідженнях за допомогою методу тонкошарової хроматографії вивчена динаміка вмісту фунгіциду Тілт ,25% к.е. ( норма внесення 0,5 л/га) в рослинах ярих зернових культур ( табл. 1) та розраховані константи швидкості деструкції препарату.

Дослід проводився на базі дослідного господарства “Чабани” Інституту землеробства УААН. Об'єктом вивчення були високопродуктивні сорти ярих зернових культур: яра пшениця - Рання 93, ярий овес – Чернігівський 28, ярий ячмінь – Цезар. Для дослідження були вибрані варіанти з такими технологіями: 1В – ресурсозберігаюча ( $N_{30} P_{30} K_{30}$ ); 2В – базова ( $N_{60} P_{60} K_{60}$ ); 3В – енергонасичена ( $N_{90} P_{90} K_{90}$ ); 4В – абсолютний контроль.

Таблиця 1.

**Динаміка вмісту пропіконазолу (Тілт, 25% к.е.) в рослинах ярих зернових культур**

№ варіанту	Знайдено мг/ кг на добу після обробки					
	1	3	5	15	25	30
<b>Яра пшениця, сорт Рання 93</b>						
1В	1,45	1,25	0,55	0,03	-	-
2В	1,4	1,2	0,4	0,03	-	-
3В	1,25	0,95	0,13	0,02	-	-
4В	1,5	1,3	0,75	0,25	0,02	-
<b>Ярий ячмінь, сорт Цезар</b>						
1В	1,35	1,2	0,5	0,03	-	-
2В	1,3	1,15	0,4	0,03	-	-
3В	1,15	0,85	0,12	0,02	-	-
4В	1,45	1,3	0,65	0,20	0,02	-
<b>Овес, сорт Чернігівський 28</b>						
1В	1,3	1,18	0,5	0,03	-	-
2В	1,25	1,15	0,4	0,03	-	-
3В	1,15	0,8	0,11	0,02	-	-
4В	1,4	1,25	0,65	0,19	0,02	-

На основі експериментальних даних встановлено, що детоксикація фунгіциду Тілт в рослинах ярих культур залежить від технологій вирощування ярих зернових

культур: константа швидкості розпаду ( $k$ , діб<sup>-1</sup>) пестицидів найбільша в рослинах озимої пшениці 0,20, а період напіврозпаду ( $T_{50}$ , діб) - 3,5 найменший на варіанті з енергонасиченою технологією. Швидкість детоксикації в рослинах ярого ячменю і вівса найбільша також на варіанті з енергонасиченою технологією і становила відповідно 0,19; 0,18 частин на добу.

УДК 551.501.755

## О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ АТМОСФЕРЫ

**Мащиц Н.И.**

Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники

61166, г. Харьков, просп. Ленина, 14

e-mail: bme@khture.kharkov.ua

На первом этапе исследований в области моделирования загрязнения атмосферы преимущественно развивались подходы по расчету рассеивания примесей от отдельных труб или группы близко расположенных источников. В последнее время значительное внимание уделено изучению процессов атмосферной диффузии в городах, поскольку существующие методики не дают желаемой точности в расчетах.

Признанный официальным в нашей стране документ для расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ – ОНД-86 не позволяет точно провести расчеты в условиях города. Сравнение проведенных в 2000 году в Москве экспериментов [1] с ОНД-86 [2] и с моделью ИЭМ (Институт экспериментальной метеорологии) [3] свидетельствует о значительном расхождении рассчитанных и эмпирических значений, что объясняется повышенной шероховатостью городской подстилающей поверхности и связанной с этим увеличенной интенсивностью турбулентности.

В крупном городе находится большое количество рассредоточенных по площади источников загрязняющих веществ. Индивидуальность каждого факела от источника быстро теряется и образуется суммарное облако загрязняющих веществ, особенно отчетливо это наблюдается при наличии приподнятой инверсии, для моделирования эволюции приподнятой инверсии в условиях города Харькова возможно использование такой модели перемешанного пограничного слоя атмосферы. Однако если вопрос ставится о точности моделирования, то такая модель не дает желаемого результата, поскольку не учитывает влияние застроек на прохождение воздушного потока. Ведь понятно, что поток, проходя, сквозь городские застройки, разбивается на серию вихрей, не сбалансированных с физическими особенностями исходного потока, и только потом в свободном течении наблюдается его стабилизация.

Поскольку суть изучаемого процесса состоит в правильном описании установления турбулентных вихрей, то применение линейной теории не желательно. Согласно линейной теории выброс от источника в процессе диффузии равномерно расходится в различных направлениях, образуя тем самым некое облако.

Однако в реальной диффузии частицы загрязняющего вещества захватываются большими ветряными потоками и после относятся на достаточно большие расстояния. Такой процесс называется вихревой диффузией. Изучение перераспределения энергии по размерам вихрей заключается в спектральной трансформации, изучение которой возможно лишь с введением нелинейностей в уравнение турбулентного движения. В случае соприкосновения потоков с реальной городской застройкой процесс трансформации является основным. Создание более точной модели описания процессов турбулентного перемешивания в пограничном слое в локальном и региональном масштабах [4] требует индивидуального подхода к каждой физической величине, входящей в систему уравнений, описывающих турбулентное движение воздушных потоков.

### **Литература:**

- 1 Прохоров В.Б., Рогалев Н.Д. Исследование загрязнения приземного слоя воздуха г. Москвы от вредных выбросов тепловых электрических станций // Теплоэнергетика.-2000.-№ 5.-С.25-36.
- 2 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. –Л: Гидрометеоздат, 1987. – 126 с.
- 3 Бызова Н. Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. –Л: Гидрометеоздат, 1991.- 280с.
- 4 Акименко В.В. Математическое моделирование экологического состояния пограничного слоя атмосферы региона. –Луганск: ВУГУ, 1998.- 192с.

## ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРУ МІСТ

**Микуленко В.С.**

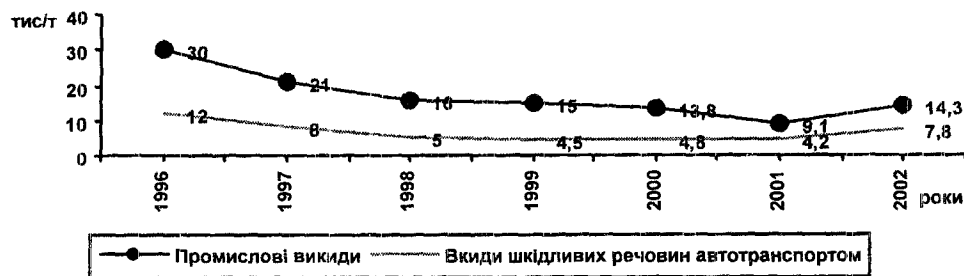
Білоцерківський державний аграрний університет  
Соборна площа 8/1, м. Біла Церква, Київська область, 09117

Атмосферне повітря невичерпний ресурс, але в окремих районах земної кулі він потрапляє під сильний антропогенний вплив, тож виникає проблема якісного складу атмосфери, а надто у великих промислових центрах [1, 2, 4].

Мета дослідження – визначити найбільш забруднені масиви м. Біла Церква. Проаналізувати придатність даних масивів щодо відновлення фізичних та психологічних сил мешканців міста, встановити головні джерела забруднення.

Використовувались камеральні (обробка статистичного матеріалу “Звіт екологічної служби охорони навколишнього середовища по м. Біла Церква, 1996–2002 р.”) та графічні методи.

Біла Церква, де розташовано підприємства хімічної, машинобудівної, харчової, легкої та будівельної промисловості за промисловим потенціалом не поступається багатьом обласним центрам України, тож проблема зниження шкідливих викидів в атмосферу для міста досить актуальна. І хоча за останні сім років кількість шкідливих викидів зменшилась, в порівнянні з минулим роком вона зросла (рис.1).



**Рисунок 1.** Графік викидів шкідливих речовин в атмосферу м. Біла Церква за 1996–2002 р. [Виконано самостійно автором на основі статистичних даних відділу охорони навколишнього середовища м. Біла Церква]

Збільшення викидів пов'язано в першу чергу не зі збільшенням виробництва і розширенням підприємств, а за рахунок морально і фізично застарілої техніки. Основними забруднювачами атмосферного повітря в місті є наступні підприємства: Білоцерківська ТЕЦ; ВАТ “Трібо”; ВАТ “Росава”; ВАТ “Валса”; ВАТ “Білоцерківсьільмаш”; ВАТ “Фероцерам”; ВАТ “Завод ГТВ”, а також автотранспорт – до 70 % викидів (рис.1). Загалом, забруднення повітря не перевищує нормативів ГДК. Але це стосується міста взагалі, а не окремих його частин, де розташовані великі підприємства в яких концентрація шкідливих речовин дещо вища ніж в середньому по місту: східна і південно-західна частина міста, в інших районах ситуація задовільна тобто не перевищує нормативи ГДК [3].

Висновки: З метою оптимізації раціонального використання атмосфери і зменшенню негативного впливу на людину пропонуємо:

1. Враховуючи здатність атмосфери до самоочищення залучити студентів БДАУ до акції “Озеленення міста”.
2. При плануванні будівництва житлових масивів і місць загального відпочинку враховувати відстань від джерел забруднення і переважаючі вітри.
3. Плануючи особистий план відпочинку уникати міські парки і сквери, так як вони відіграють роль губки по відношенню до шкідливих речовин.
4. По можливості уникати автомагістралі з інтенсивним рухом, а при переході або руху вздовж автошляхів дітей до трьох років брати на руки, так як всі шкідливі речовини важчі за повітря і концентруються на відстані 1 м від поверхні.
5. Виїжджаючи за місто на відпочинок від'їжджати мінімум на 10–15 км, так як хмари пилу й шкідливих речовин вітер розносить на відстань 3–7 км.

### Література:

1. Білявський Г.О. та ін. Основи екології: теорія та практикум. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
2. Дзегирей В.С. та ін. Основи екології та охорона навколишнього середовища. –К.: Либідь, 2000. – 251 с.
3. Звіт відділу охорони навколишнього середовища м. Біла Церква. 1996–2002 рр.
4. Екологія города/Под. ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Лира. 2000. – 471 с.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ АППАРАТОВ

**Минчева О.В., Белякова А.И., Михайленко Г.Г.**

Одесский национальный политехнический университет

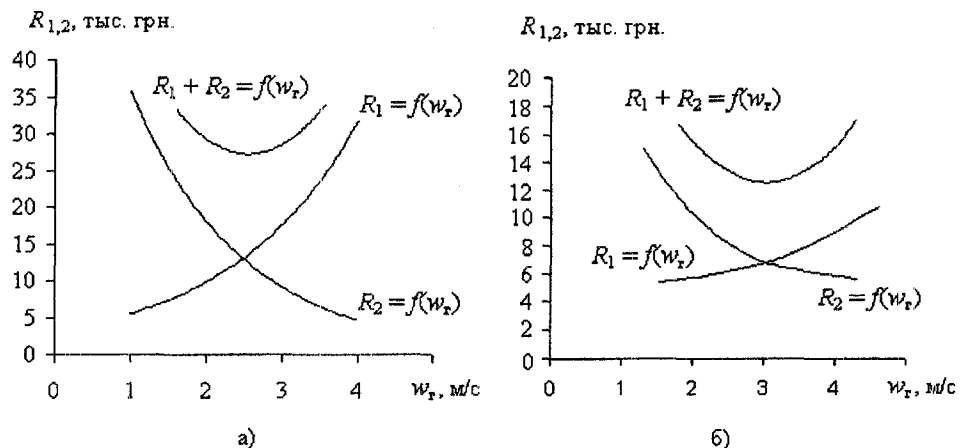
65044, г.Одесса, пр.Шевченко, 1, Украина

e-mail: ospu@ospu.odessa.ua

Аналитически решена задача экономической оценки группы хорошо зарекомендовавших себя пылеочистных аппаратов, реализующих сухую (рукавный фильтр (РФ), циклон (Ц), батарейный циклон (БЦ)) и мокрую (пенный аппарат (ПА), абсорбер с кольцевой насадкой (АПН), полый распыливающий абсорбер (ПРА)) очистку. В рассмотрение включили эксплуатационные ( $R_1$ ) и амортизационные ( $R_2$ ) расходы, которые рассчитали в соответствии с нагрузками на аппарат. Как известно, с ростом нагрузки расходы  $R_1$  растут (увеличивается гидравлическое сопротивление аппарата, соответственно растет расход энергии на реализацию процесса), а расходы  $R_2$  наоборот уменьшаются, так как конструктивные характеристики (главным образом сечение аппарата) оказываются меньшими [1].

По результатам графической обработки таких данных в координатах  $R_{1,2} = f(w_r)$  получают взаимно пересекающиеся кривые и кривую суммарных расходов, минимум которой определяет оптимальные условия реализации процесса и аппарат, в котором эти условия реализуются при минимальных затратах. При проведении расчетов амортизационных затрат учитывали поверхность всех элементов аппаратов, по которой определяли общую стоимость материала [2]. В амортизационные расходы включили затраты на монтаж и установку аппаратов. При определении эксплуатационных затрат находили общее гидравлическое сопротивление аппаратов [3, 4] при скоростях газа: сухая очистка  $w_r = 0,94 - 4$  м/с, мокрая очистка  $w_r = 1,5 - 6$  м/с. В качестве объектов исследования для сухой очистки приняли силикатную (входная концентрация очищаемого газа  $C_{вх} = 22$  г/м<sup>3</sup>), а для мокрой – фосфоритовую ( $C_{вх} = 2$  г/м<sup>3</sup>) пыль.

Сопоставление результатов мокрой очистки осуществили при заданной степени очистки  $h = 92$  % и расходе газа  $Q_r = 25000$  м<sup>3</sup>/ч, а аппаратов сухой очистки – при  $Q_r = 20000$  м<sup>3</sup>/ч. Расчеты ПРА и характеристики кольцевой насадки для АПН подтвердили экспериментально. Результаты выполненного экономического анализа представлены рисунком.



**Рис. Экономическая оценка аппаратов: а) рукавный фильтр; б) пенный аппарат**

Проведенный анализ показал, что исследованные аппараты сухой очистки практически одинаковы. Расходы на реализацию мокрой очистки рассмотренными аппаратами также соизмеримы. Вместе с тем, для сухой очистки рукавный фильтр предпочтительнее как более эффективный ( $h > 99$  %), а для мокрой – ПРА как аппарат, работающий при более высоких скоростях с обеспечением  $h \approx 99$  %, что также подтверждено экспериментально.

### Литература:

1. Голуб А.А., Струхова Е.Б. Экономика природопользования. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 319 с.
2. Деловые справочники и прайс-листы Украины. Металл и оборудование. – Днепропетровск, 2002. – февраль 2 (8).
3. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрыбин Г.М. Очистка от пыли газов и воздуха в химической промышленности. – Л.: Химия, 1982. – 256 с.
4. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов./Под ред. Алиева Г.М.-А. – М.: Metallurgia, 1986.–544 с.