

*С.О.Алейников, А.В.Наголкин, А.Г.Малишева, И.Е.Фурман,
Ю.А.Смирнов, Ю.Г.Сучков, В.В.Петросов, З.К.Петрова, И.И.Водорацкая*

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ "ПОТОК-150М"

НИИ пульмонологии МЗ РФ;
НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина РАМН;
НИИ вирусологии им. Д.И.Ивановского РАМН; НИИ эпидемиологии им. Н.Ф.Гамалеи РАМН;
НПФ "Поток Лтд"; Городская клиническая больница № 57 г. Москва.

ECOLOGICAL HYGIENICAL EXPERTIZE OF THE EFFICIENCY OF ROOM AIR ENVIRONMENT OPTIMISATION WITH THE RECIRCULATIVE UNIT "POTOK-150M"

*S.O.Aleynikov, A.V.Nagolkin, A.G.Malisheva, I.E.Furman, Yu.A.Smirnov, Yu.G.Suchkov, V.V.Petrosov,
Z.K.Petrova, I.I.Vodorackaya*

S u m m a r y

This work is dedicated to the study of the application possibility of the recirculative unit "Potok 150M" (it works according to the principal of the combined electrostatic and mechanical filter) for optimisation of air environment (AE) in the interior premises. With the unit operating under experimental and natural conditions the quality of AE was estimated according to indexes of concentration of aerosol particles (AP), microbe flora (MF), viruses and fungous flora (FF) in air and biologically active gaseous substances (BAYS). The unit ensured the effective drop of AP, MF, FF, styrolene, butylacetate, heptane, O-xylene, benzole, I-methy-3-ethylbenzole, 2-methylheptane and other BAYS in AE. The moderate enrichment of AE with light air ions and ozone was also registered. Time of unit operation unit was determined by concrete conditions of micro climate and architecture of premises. Thus, the recirculative unit "Potok 150M" allows to attach qualities to AE according to claimed demands of modern healthy dwelling and hospital premises.

Р е з ю м е

Работа посвящена изучению возможности использования отечественной рециркуляционной установки "Поток-150М" (работающей по принципу комбинированного электростатического и механического фильтра) для оптимизации воздушной среды (ВС) внутренних помещений. Качество ВС оценивали при работе прибора в экспериментальных и естественных условиях по показателям концентрации в воздухе аэрозольных частиц (АЧ), микробной (МФ) и грибковой флоры (ГФ), вирусов, а так же аэроионов (АИ) и биологически активных газообразных веществ (БАГ). Прибор обеспечивал эффективное снижение в ВС АЧ, МФ, ГФ, стирола, бутилацетата, гептана, О-ксилола, бензола, 1-метил-3-этилбензола, 2-метилгептана и других БАГ. Зарегистрировано умеренное обогащение ВС легкими АИ и озоном. Продолжительность работы прибора определялась конкретными условиями микроклимата и архитектуры помещений. Таким образом, рециркуляционная установка "Поток 150М" позволяет придавать ВС качества, соответствующие требованиям, предъявляемым к современному здоровому жилищу и больничным помещениям.

Современная экологическая обстановка на территории стран СНГ характеризуется высоким уровнем загрязненности атмосферного воздуха промышленными аэрозольными и газообразными веществами, оказывающими крайне неблагоприятное влияние на состояние бронхолегочной системы человека [3]. Вентиляционные системы жилых и больничных зданий в большинстве случаев не выполняют барьерных функций в отношении

внешних поллютантов. В связи с этим воздушная среда внутренних помещений содержит динамичный комплекс внешних и внутренних (домашняя пыль, грибковая и бактериальная флора, вирусы и т.д.) токсико-аллергенных субстанций [10]. Данное положение особенно опасно для больных с гиперчувствительностью дыхательных путей, поскольку присутствие в зоне дыхания человека неспецифических физико-

химических факторов может оказывать потенцирующий или суммационный эффект в отношении аллергензависимых бронхоспастических реакций [5,7,8]. Очистка воздуха в палатах аллергологического стационара дает настолько убедительный клинический эффект, что позволяет отнести данное мероприятие к числу перспективных методов лечения [1,9,11].

Однако полная очистка воздуха возможна только в специальных "чистых" помещениях, широкое использование которых невозможно из-за высокой стоимости и ограничения жизнедеятельности людей [2]. Среди паллиативных методов улучшения качества воздуха ведущее место занимают фильтрационные [9]. Одним из приборов нового поколения, работающих по принципу фильтрации, является рециркуляционная установка "Поток-150М".

Целью работы являлось изучение возможности использования рециркуляционной установки "Поток-150М" для оптимизации воздушной среды помещений.

В соответствии с целью исследования поставлены следующие задачи:

- 1 — санитарно-гигиеническая экспертиза прибора,
- 2 — изучение эффективности очистки воздуха помещений от пылевых частиц, бактериальной и грибковой флоры, вирусов гриппа.

Установка "Поток-150М" разработана и изготовлена отечественной научно-производственной фирмой "Поток Лтд" (г.Москва). Прибор предназначен для фильтрации и тонкой очистки воздуха в процессе его рециркуляции внутри помещений. Установка работает по принципу комбинированного электростатического и механического фильтра (рис.1). Всасываемый вентилятором воздух проходит через зону ионизации, после чего содержащиеся в нем аэрозольные компоненты высаживаются на фильтрующих элементах за счет механического захвата и сил электрического притяжения. Биологическая частота обрабатываемого воздуха

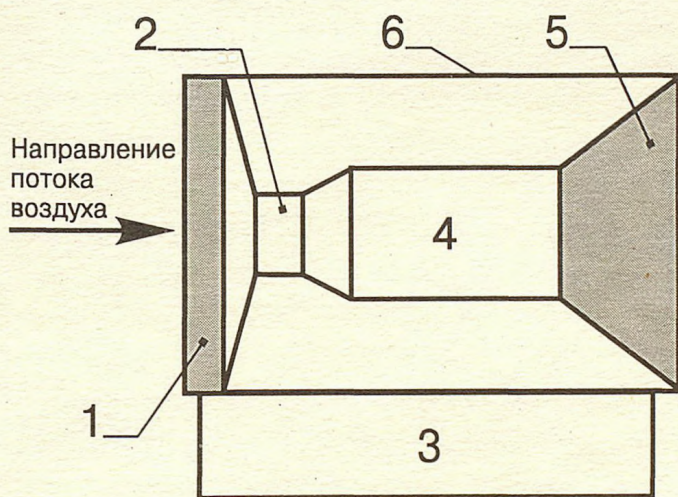


Рис.1. Принципиальная схема рециркуляционной установки "Поток-150М".

1 — предфильтр, 2 — вентилятор, 3 — блок питания с пультом управления, 4 — блок ионизации воздуха, 5 — фильтрующие элементы, 6 — корпус прибора.

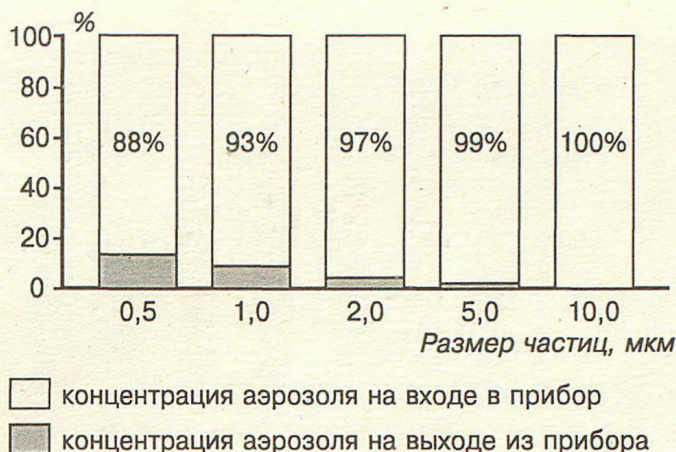


Рис.2. Эффективность фильтрации аэрозолей разной дисперсности.

достигается за счет инактивации микроорганизмов в электрических полях разноименной полярности в сочетании с воздействием на них озона, выделяющегося в зоне ионизации, а также задержки микроорганизмов на фильтрующих элементах. Производительность прибора $150 \text{ м}^3/\text{час}$. Потребляемая мощность 45 Вт. Масса 10 кг. Габаритные размеры, мм — $360 \times 325 \times 365$. Напряжение питания 220 В/50 Гц.

Изучение концентрации в воздухе озона осуществляли с помощью хемолуминесцентных анализаторов моделей "З — ОП" и "АНКАТ 760001", концентрации легких аэроионов — счетчиков "ИТ-840" и "АИ I М". Концентрацию токсических газообразных веществ определяли методом криогенного концентрирования жидким азотом с последующим хромато-масс-спектральным анализом. Для исследования эффективности очистки воздуха от аэрозольных частиц применяли анализаторы запыленности "ПКЗВ-806" и MET-one mod. 200". Для оценки биологической очистки воздуха использовали показатели микробного числа ($\text{мк}/\text{м}^3$), грибкового числа ($\text{гр}/\text{м}^3$), концентрацию кишечной палочки ($\text{мк}/\text{м}^3$) и наличие инфекционного вируса гриппа. Использовали следующие питательные среды: ЭНДО — для тест-культуры кишечной палочки, 2% мясопептонный агар и цисцеиновый агар фирмы "ДИФКО" — для воздушной микрофлоры, среду Сабуро — для дрожжевых и плесневых грибов. Инфекционность вируса гриппа (штамм А/WSN/33) определяли методом титрования на куриных эмбрионах. Забор проб воздуха производили аппаратом Кротова. В ряде случаев применяли седиментационный метод.

Программой исследований было предусмотрено два этапа работы. Первый этап заключался в экспериментальных исследованиях на базе герметичных или частично герметичных помещений с регулируемыми параметрами микроклимата. Второй этап исследований осуществлялся в естественных условиях помещений терапевтического отделения стационара.

Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики. Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.



Рис.3. Концентрация аэрозоля в воздухе различных помещений терапевтического стационара (20.04.94., 12⁰⁰).

Изучение эффективности тонкой фильтрации воздуха в условиях экспериментального помещения объемом 50 м³ с моделируемыми условиями микроклимата показало высокую степень очистки воздуха от частиц бытовой пыли. Коэффициент поглощения отчетливо возрастал по мере увеличения диаметра микрочастиц (рис.2).

В естественных условиях палат терапевтического стационара объемом 50 м³ в составе бытовой пыли преобладали частицы эпидермального покрова, текстильных принадлежностей, остатков насекомых и внутренних отделочных покрытий. Уровень запыленности воздуха в течение дня варьировал в широких пределах в зависимости от активности больных, качества влажной уборки помещений и эффективности проветривания. В коридоре уровень запыленности был выше, чем в палатах (рис.3). Концентрация пыли в атмосферном воздухе была существенно ниже. В связи с этим аэрозольное загрязнение воздушной среды палат определялось в значительной степени направлением



Рис.4. Распределение частиц пыли по размерам в воздухе больничных палат (50 м³) при работе установки "Поток-150М". * — $p < 0,05$.

воздушных потоков. Передвижение больных в палате способствовало увеличению концентрации пыли. Последняя возрастала в 5—6 раз после перестилания постели.

В связи с постоянным образованием и поступлением пыли в воздушную среду помещений существенное снижение ее уровня было достигнуто только при продолжительной работе рециркуляционной установки (рис.4). Не было получено достоверных различий между снижением уровня пыли в центральных и угловых отделах палат. По-видимому, это было связано с достаточно эффективным смешиванием воздушных масс в результате конвекционных потоков, передвижения больных и персонала. Прерывание работы прибора в ночное время на 8 часов (после непрерывного десятичасового функционирования) сопровождалось вновь увеличением концентрации аэрозолей, приближающейся к исходному значению. При работе установки на протяжении трех последовательных дней по десять часов ежедневно возникала тенденция прогрессирующего снижения запыленности воздуха. Определение необходимой продолжительности и периодичности работы прибора для достижения стабильного снижения концентрации аэрозолей требует дальнейших исследований.

В экспериментальных условиях показана высокая степень очистки воздуха от вирусов и бактериальной флоры. В лаборатории субвирусных структур Института вирусологии им. Д.И.Ивановского вирус гриппа в виде аэрозоля (в концентрации, значительно превышающей концентрацию в помещении с больными респираторными вирусными инфекциями) был обработан установкой в течение различного времени: 0,5, 1, 2, 5, 10 и 30 минут. Инфекционный титр вируса после 30-секундной обработки был равен исходному. После обработки в течение 1 минуты (двукратный воздухообмен) и больше инфекционного вируса не определяли. Полученные результаты указывают на высокую эффективность по инаktivации вируса гриппа.

В условиях динамической камеры (объемом 100 м³) лаборатории иммунопрофилактики НИИЭМ им. Н.Ф.Гамалеи РАМН при выключенной системе приточно-вытяжной вентиляции с помощью металлического

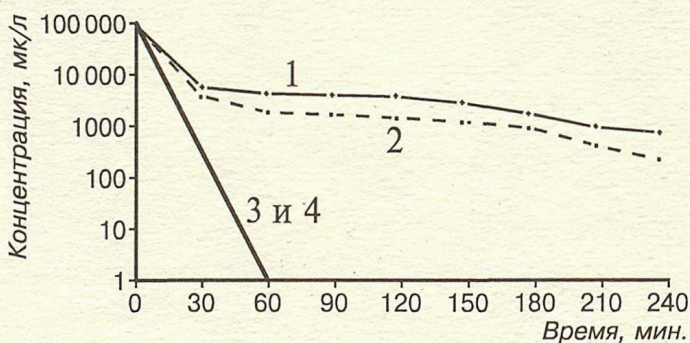


Рис.5. Динамика концентрации кишечной палочки в воздухе замкнутого помещения объемом 100 м³.

1 — фоновые данные в первом эксперименте; 2 — фоновые данные во втором эксперименте; 3 — при работе установки в первом эксперименте; 4 — при работе установки во втором эксперименте.

распылителя с отбойником (диаметр аэрозольных частиц менее 2 мкм) диспергировали суспензию микроорганизмов кишечной палочки К-12 (10^9 мк/мл по оптическому стандарту). Экспозиция опыта 4 часа. Эксперимент был повторен дважды. Каждые 30 минут производили смену чашек Петри со средой Эндо, расположенной в 5 разных точках помещения, и отбирали пробы в прибор МЦ-2 с 5 мл физраствора. На протяжении всего эксперимента концентрация микробных клеток имела тенденцию к снижению. После определения фоновых показателей опыт был повторен при работающей установке "Поток-150М". Концентрация микробных клеток падала на два порядка в течение первых 30 минут. Спустя 60 минут роста микроорганизмов получить не удалось (рис.5). Таким образом, прибор обеспечивал эффективную очистку неветилируемого помещения объемом 100 м^3 в течение одного часа.

В производственном отделе сушки препаратов (объемом 60 м^3) с функционирующей вентиляционной системой изучали микробную обсемененность воздуха. На протяжении четырех часов фоновый уровень оставался стабильным. Далее в том же помещении при трех сотрудниках, работающих без респираторов, были отобраны пробы воздуха до и после работы установки. Двукратное повторение опыта показало увеличение обсемененности воздуха микроорганизмами за счет присутствия людей. Наиболее быстрая очистка воздушной среды происходила на расстоянии 1,5 м от прибора (зона "факела"). В более отдаленных участках помещения санация воздуха была достигнута в течение 60 минут (рис.6).

Аналогичные испытания были проведены в присутствии трех работающих сотрудников, использовавших респираторы типа "лепесток". Применение респираторов способствовало снижению фоновому уровню обсемененности воздуха микроорганизмами. Стерилизация воздушной среды была достигнута в течение 30 минут. Таким образом, установка "Поток-150М" может быть использована для создания "чистых" рабочих мест в боксах при работе с биологическими объектами 3—4 групп патогенности.

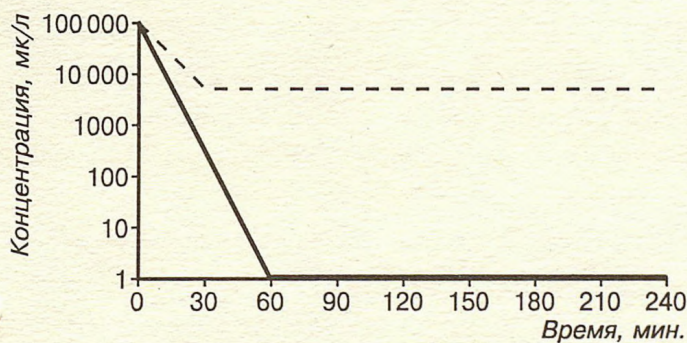


Рис.6. Динамика концентрации микробов в негерметичном производственном помещении объемом 60 м^3 с тремя работающими сотрудниками.

Пунктирная линия — фоновый уровень; непрерывная линия — при работе прибора.

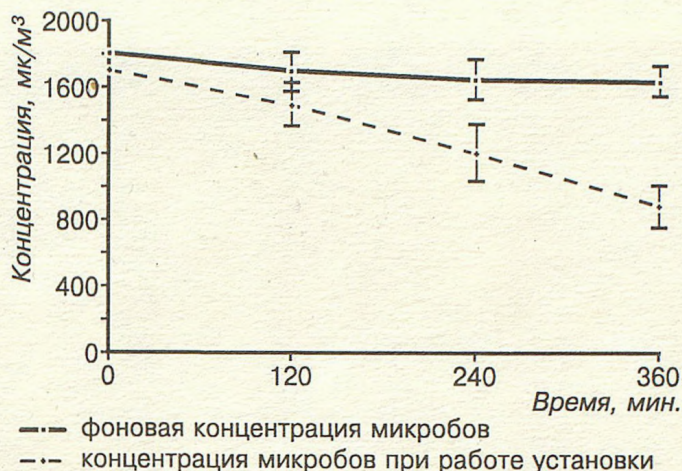


Рис.7. Влияние продолжительности работы установки "Поток-150М" на концентрацию микробов в воздухе больничных палат.

В палатах терапевтического стационара изучали эффективность биологической очистки воздуха по показателям грибкового и микробного чисел. Фоновая концентрация микробов и грибов незначительно колебалась в течение шестичасового наблюдения (рис.7 и 8). При непрерывной шестичасовой работе прибора на расстоянии 1,5 м по направлению воздушного потока происходило отчетливое снижение уровня микробной и грибковой обсемененности по сравнению с фоном ($p < 0,05$). Однако после 18-часового перерыва концентрация микробов и грибов вновь возрастала, приближаясь к исходным значениям. При работе прибора в течение трех последовательных суток, по шесть часов ежедневно, появлялась тенденция к снижению фоновому уровню биологической загрязненности помещения. Полученные данные свидетельствуют о возможности применения установки "Поток-150М" для биологической очистки больничных палат.

Заложенный в конструкции прибора принцип электрофилтра требовал изучения образования аэроионов, озона, окислов азота и других газообразных биологически активных веществ.



Рис.8. Влияние продолжительности работы установки "Поток-150М" на концентрацию грибов в воздухе больничных палат. * — $p < 0,05$.

Гигиенический эффект обработки установкой "Поток-150М" воздушной среды помещения лаборатории объемом 95 м³ при непрерывной работе в течение 17 часов в режиме "Ozone"

Вещество	Концентрация, мкг/м ³		ПДК, мкг/м ³	Показатель загрязненности, ПДК		Кратность изменения уровня содержания вещества в процессе обработки
	фон	после обработки		фон	после обработки	
Ацетон	15	15	350	0,04	0,04	не изменился
3-Метилпентан	12	10	25 000	0,0005	0,0004	1,2
Гексан	25	50	25 000	0,001	0,002	0,5
1,2-Дихлорэтан	10	10	1000	0,01	0,01	не изменился
Бензол	30	12	1000	0,03	0,012	2,5
Четыреххлористый углерод	6	6	700	0,009	0,009	не изменился
Гептан	40	15	25 000	0,002	0,001	2,7
Толуол	45	40	600	0,075	0,07	1,1
2-Метилгептан	10	8	25 000	0,0004	0,0003	1,3
Бутилацетат	10	—	100	0,1	0,0	полная деструкция
Этилбензол	20	8	20	1,0	0,4	2,5
м.п.-Ксилолы	40	25	200	0,2	0,13	1,6
о-Ксилол	35	18	200	0,18	0,09	1,9
1-Метил-3-Этил-бензол	14	10	20	0,7	0,5	1,4

На выходе из прибора концентрация легких положительных аэроионов составляла 200 ион/см³ (фоновая концентрация 160 ион/см³), а отрицательных — 330 ион/см³ (фоновая концентрация 290 ион/см³).

Концентрация озона на выходе из прибора составляла 10—12 мкг/м³. Работа установки в неветилируемом закрытом помещении с регулируемыми условиями микроклимата объемом 27 м³ в течение трех часов вызвала повышение концентрации озона до 20 мкг/м³ (рис.9). Продукция озона составляла 0,78 мкг/час. При десятичасовой непрерывной работе прибора в палате терапевтического стационара объемом 50 м³ концентрация озона незначительно повышалась, не превышая 15 мкг/м³ (фоновый уровень озона 6—8 мкг/м³).

Образование диоксидов азота зарегистрировано в незначительном количестве. Не получено данных по их накоплению в закрытом помещении.

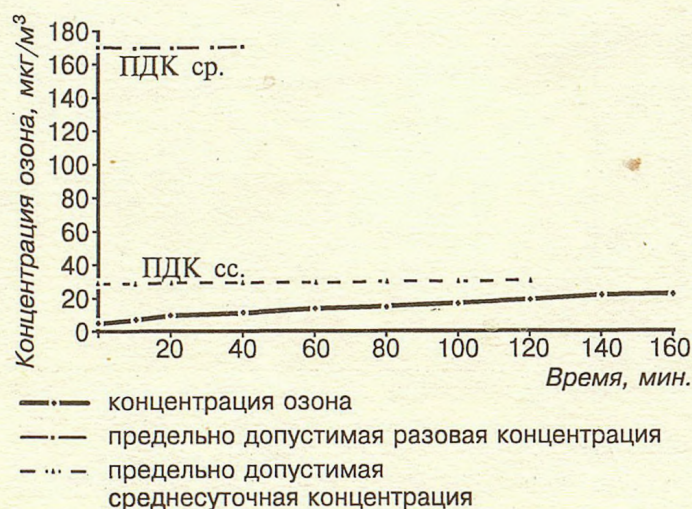


Рис.9. Концентрация озона в зависимости от длительности работы установки "Поток-150М".

При работе прибора в помещении объемом 95 м³ на протяжении 17 часов происходила частичная или полная деструкция ряда газообразных токсических веществ (таблица). Миграции в воздух токсических веществ из материалов корпуса при контакте с кожей рук выявлено не было. Гигиенический эффект озонирования воздушной среды помещений: суммарное содержание токсичных веществ после 2,5-часовой работы установки в режиме озонирования снизилось в 6 раз, а токсичность воздушной среды, определяемая по суммарному показателю загрязненности, уменьшилась почти в 7 раз.

Таким образом, за период работы установки, необходимый для появления отчетливых признаков очистки воздуха, во внутренних помещениях не происходило накопления биологически активных факторов в концентрациях, опасных для здоровых людей.

Результаты эколого-гигиенической экспертизы рециркуляционной установки "Поток-150М" показали, что с ее помощью можно значительно улучшить качество воздушной среды в зоне дыхания человека. По сравнению с приборами более раннего поколения установка позволяет значительно эффективнее очищать воздушную среду от мелкодисперсных аэрозолей и воздушной микрофлоры [4,6].

Степень очистки воздуха помещений отчетливо возрастает по мере увеличения времени работы прибора. Продолжительность функционирования установки в больничных палатах может лимитироваться образованием озона. Необходимо учитывать, что озон в концентрации ниже предельно допустимых (ПДК) способствует усилению бронхоспастических реакций у пациентов с гиперчувствительностью дыхательных путей к различным антигенам [12]. Определение оптимального периода работы прибора в присутствии данного контингента больных (представляющих собой

группу риска) является предметом дальнейших исследований.

На основании проведенного этапа эколого-гигиенической экспертизы можно сделать заключение о возможности использования установки "Поток-150М" для очистки воздуха помещений в присутствии здоровых людей, а также больных, находящихся в учреждениях, располагающих средствами контроля за качеством воздушной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева И.И., Чучалин А.Г. Новые аспекты лечения atopической бронхиальной астмы с помощью воздухоочистительного аппарата "АЭР-О-МЕД 150" // Пульмонология. — 1994. — № 1. — С.65—68.
2. Дорошина Ю.А., Басманов М.М., Губанкова С.Г. и др. Безаллергенные палаты в лечении полинозов и бронхиальной астмы // Тер. арх. — 1986. — № 4. — С.49—51.

3. Луценко М.Г., Целуйко С.С., Манаков Л.Г. и др. Механизмы влияния атмосферных загрязнений на течение заболеваний легких // Пульмонология. — 1992. — № 1. — С.6—10.
4. Хаякава И. Чистые помещения. — М.: Мир, 1990.
5. Ackermann R., Behrends H.B., Ehrensberger R. (Hrsg.). Umwelt und Allergie. — Cloppenburg: G.Runge, 1992. — S.180.
6. Chai H., Spector S.L. Aerosol and air filter therapy // Bull. N.Y. Acad. Med. — 1981. — Vol.57. — P.568—571.
7. Durgemann H. Karenz — Expositionsprophylaxe // Atemwegs — u. Lungenkr. — 1978. — Bd 4, № 7. — S.10—15.
8. Edling C., Hellquist H., Odqvist L. Occupational formaldehyde exposure and the nasal mucosa // Rhinology. — 1987. — Vol.25, № 181. — P.86—88.
9. Jorde W., Schata M. Zur Wirksamkeit von Luftreinigungsgeräten bei Krankheiten mit inhalativer Allergeninvasion // Atemwegs-u. Lungenkr. — 1988. — Bd 14, № 10. — S.492—497.
10. Jorde W., Schata M. Innenraumallergene. — Munchen: Dustri, 1992. — S.182.
11. Lauter H., Schata M. Allergisches Astma bronchiale // Z. Allgemeinmed. — 1993. — Bd 69, № 7. — S.5.
12. Lippman M. Health effects of ozone. A Critical review // J. Air Pollut. Control Ass. — 1988. — Vol.39, № 5. — P.672—695.

Поступила 25.11.94.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1995

УДК 616.248—085.835

О.С.Васильева, А.В. Наголкин, И.Е.Фурман, С.Ю.Власенко, Е.В.Володина

ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ "ЧИСТОГО ВОЗДУХА" С ПОМОЩЬЮ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ "ПОТОК-150М" В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

НИИ пульмонологии МЗ РФ, НПФ "Поток Лтд"

MEDICAL HEALTH RECOVER EFFECT OF "CLEAR AIR" APPLICATION
THROUGH THE RECIRCULATIVE UNIT "POTOK-150M" IN COMPLEX TREATMENT
IN PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA

O.S.Vasiljeva, A.V.Nagolkin, I.E.Furman, S.Y.Vlasenko, E.V.Volodina

Summary

The air-cleaner "Potok-150M" was installed in the wards as an extra treatment parallel with the universally recognized complex of therapeutic treatment for 34 patients with atopic, mixed, infections and professional forms of bronchial asthma. The positive dynamics in the patients' feeling was marked after the 7th—10th day of the curing according to their objective conditions of health and daily peakflowmeter data. At the end of the therapeutic course of treatment, 41.2% of patients the statistically-significant growth of the exhale volume was found in comparison with the data before treatment as well as indices in the control group. Considerably fast achievement in clinic remission, decrease of hyperreactivity of bronchi and hypersensitivity to aetiological agents were marked as a result of air-cleaner "Potok-150M" application in treatment of patients with bronchial asthma.

Резюме

Наряду с общепринятым комплексом терапевтических мероприятий 34 больным БА (атопическая, смешанная, инфекционная и профессиональная формы) в качестве дополнительного лечения в палатах был установлен воздухоочистительный аппарат "Поток-150М". К 7—10-му дню лечения отмечена положительная динамика в самочувствии больных, их объективном статусе и по данным суточной пикфлоуметрии. К концу курса терапии у 41,2% больных выявлен статистически значимый рост объема