

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА СОВРЕМЕННЫХ ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Терещенко П.С.

По данным исследований микроклимата офисных помещений, наиболее эффективной является система кондиционирования воздуха «чиллер-фанкойл»; сплит-система, при условии ее правильного использования, позволяет поддерживать параметры микроклимата, которые полностью соответствуют ISO 7730:2005 для помещений категории В.

SYSTEMS OF AIR-CONDITION IN MODERN OFFICES AND THEIR EFFECTIVENESS IN THE WARM SEASON

P.S. Tereshchenko

According to the research of microclimate of office premises, there is the most efficient air conditioning system "chiller-fan coil"; split system, if it is properly used, allows to maintain the microclimate parameters, which fully met with ISO 7730:2005 for premises of category B.

УДК: 613.14/15:62:579

СПЛИТ-СИСТЕМЫ КАК ИСТОЧНИК БАКТЕРИАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Акименко В.Я.¹, Харченко С.А.¹, Козуля С.В.²

¹ГУ «Институт гигиены и медицинской экологии НАМН Украины им. А.Н. Марзеева» г. Киев;

²ГУ «Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского»

В зависимости от возраста, условий работы, состояния здоровья и т.д. продолжительность пребывания человека в помещениях колеблется от 12 до 24 часов в сутки [2]. Поэтому закономерно, что обеспечение высокого гигиенического качества жилых помещений в целом и воздушной среды в частности является важной медицинской проблемой.

В настоящее время из всех систем кондиционирования воздуха наибольшее распространение в мире получили сплит-системы, что могут колонизироваться микрофлорой и являться источником контаминации воздуха помещения [11].

Целью нашей работы было доказать факт загрязнения воздуха помещений микрофлорой, заселяющей сплит-системы.

Материалы и методы. Исследование проводилось в городе Джанкой Республики Крым на базе бактериологической лаборато-

рии Джанкойской линейной СЭС на Приднепровской железной дороге. Обследовано 122 помещения (магазины продовольственных и непродовольственных товаров) с установленными сплит-системами.

Изучение влияния сплит-систем на микробную обсемененность воздуха проводилось в несколько этапов. В первую очередь проводился отбор пробы воздуха помещения до включения системы кондиционирования. При этом использовался пробоотборник бактериологический «Тайфун» и чашки Петри с плотными питательными средами. Время отбора проб – 4 минуты для мясо-пептонного агара (МПА), 10 минут для желточно-солевого агара (ЖСА) и среды Эндо. Скорость аспирации – 25 литров в минуту.

Позже стерильным ватным тампоном на проволоке, вмонтированной в пробку пробирки, содержащей 1 мл мясо-пептонного

бульона, отбирались пробы биопленки из поддона для сбора конденсата внутреннего блока сплит-системы, выключенной не менее 12 часов.

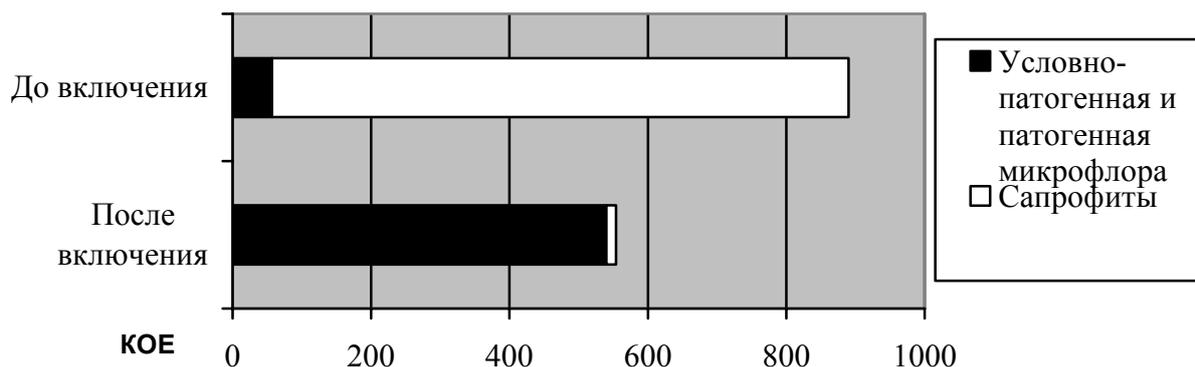
Через 30 минут после включения сплит-системы проводился повторный отбор пробы воздуха помещения по той же схеме, на те же питательные среды. Пробоотборник устанавливался под внутренним блоком системы кондиционирования. Доставка образцов в лабораторию производилась в срок до двух часов с использованием сумки-холодильника.

Далее проводилась инкубация, подсчет общего микробного числа (по чашкам с МПА), выделение чистых культур и их идентификация [1,4,5,6,7]. Из биопленки, отобранной из системы сбора и удаления кон-

денсата, предварительно готовилась суспензия, которой, при помощи стерильной мерной пипетки, засеивались чашки Петри с плотными питательными средами (ЖСА, 5% кровяной агар, среда Эндо).

Результаты и их обсуждение. До включения сплит-систем микробная загрязненность воздуха помещений составляла, в среднем, 890 КОЕ. Через полчаса работы систем кондиционирования во всех обследованных помещениях данный показатель снизился, в среднем, на 37,8% (до 554 КОЕ), что объясняется адсорбцией крупных пылевых частиц фильтром внутреннего блока. Таким образом, зарегистрировано положительное влияние работающей сплит-системы на количественный показатель микробной загрязненности воздуха помещений (диаграмма 1).

Диаграмма 1. Общее микробное число воздуха, а также его загрязнение условно-патогенной микрофлорой до и после включения сплит-систем.



Однако качественные изменения микробного пейзажа исключительно негативны. До включения систем кондиционирования условно-патогенная микрофлора обнаруживалась в воздухе 20 из 122 обследованных помещений (6,4%). Через 30 минут после включения сплит-систем условно-патогенная флора была выявлена в 119 пробах воздуха (97,5%). В ряде случаев выделялись ассоциации из двух или трех микроорганизмов.

До включения систем кондиционирования в 14 пробах воздуха были обнаружены бактерии семейства *Enterobacteriaceae* (11,5%), представленного *Esherichia coli* (6 проб, 4,9%), *Citrobacter freundii* (2 пробы, 1,6%), *Hafnia alvei* (2 пробы, 1,6%), *Klebsiella pneumonia* (3 пробы, 2,5%) и *Enterobacter*

aerogenes (1 проба, 0,8%). Из данных, приведенных в таблице 1, следует, что после 30 минут работы систем кондиционирования, число находок колиформных бактерий в воздухе увеличилось в 6,4 раза. В частности, *Esherichia coli* выделялась в 42 случаях (34,4% от общего числа проб), *Citrobacter freundii* – 8 (6,5%), *Hafnia alvei* – 8 (6,5%), *Klebsiella pneumonia* – 7 (5,7%) и *Enterobacter aerogenes* – 2 (1,6%). Кроме того, были выделены представители семейства *Enterobacteriaceae*, до включения сплит-систем в воздухе помещения не присутствовавшие: *Citrobacter diversus* (10 проб, 8,2%), *Serratia marcescens* (3 пробы, 2,5%), *Proteus inconstans* (4 пробы, 3,3%), *Enterobacter cloacae* (5 проб, 4,1%).

Таблиця 1. Микрофлора семейства *Enterobacteriaceae* в воздухе помещений, оборудованных сплит-системами.

Воздух	<i>Enterobacteriaceae</i> всего	<i>Escherichia coli</i>	<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Proteus inconstans</i>	<i>Hafnia alvei</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>
Находок до включения	14	6	0	2	0	0	2	3	0	1
% от общего числа проб	11,5%	4,9%	0%	1,6%	0%	0%	1,6%	2,5%	0%	0,8%
Находок после включения	89	42	10	8	3	4	8	7	5	2
% от общего числа проб	73%	34,4%	8,2%	6,5%	2,5%	3,3%	6,6%	5,7%	4,1%	1,6%

Аналогичная ситуация была зафиксирована с наличием в воздухе магазинов бактерий рода *Pseudomonas*. До включения систем кондиционирования только в одной из отобранных проб присутствовала *Ps. aeruginosa* (0,8%), после включения – в 18 (14,8%).

Через 30 минут работы сплит-систем из воздуха помещений также были выделены: *Ps. Fluorescens* (3 пробы, 2,5%), *Ps. putida* (16 проб, 13,1%), *Ps. Alcaligenes* (6 проб, 4,9%), *Ps. Stutzeri* (2 пробы, 1,6%) (таблица 2).

Таблиця 2. Микрофлора рода *Pseudomonas*, а также видов *Burkholderia cepacia* и *Staphylococcus aureus* в воздухе помещений, оборудованных сплит-системами.

	Род <i>Pseudomonas</i>						<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	всего	<i>fluorescens</i>	<i>putida</i>	<i>alcaligenes</i>	<i>aeruginosa</i>	<i>stutzeri</i>		
Находок до включения	1	0	0	0	1	0	0	5
% от общего числа	0,8%	0%	0%	0%	0,8%	0%	0%	4,1%
Находок после включения	45	3	16	6	18	2	7	35
% от общего числа	36,9%	2,5%	13,1%	4,9%	14,8%	1,6%	5,7%	28,7%

Также, после работы систем кондиционирования, в пробах обнаруживалась *Burkholderia cepacia* (7 проб, 5,7%), ранее в воздухе помещений отсутствовавшая. Частота находок *Staphylococcus aureus* выросла в 7 раз – с 5 проб (4,1%) до 35 (28,7%). Стафилококк – устойчивый санитарно-показательный микроорганизм [10], и его присутствие в 28,7% проб воздуха, отобранных в магазинах, оборудованных сплит-системами, свидетельствует о высоком риске контаминации товаров, в том числе продовольственных.

Также проведено сравнение бактериальной флоры, обнаруженной в пробах воздуха помещений и выделенной из биопленки поддона сбора конденсата внутреннего блока сплит-системы.

Условно-патогенная микрофлора, выделенная из проб воздуха, отобранного до включения систем кондиционирования, совпадала с микрофлорой биопленки системы удаления конденсата сплит-системы, установленной в данном помещении, в 7 случаях (35%), что говорит о том, что 65% микрофлоры попало в воздух помещения не из системы кондиционирования, а из других

источников. Однако виды бактерий, появившиеся в воздухе помещений после получения работы систем кондиционирования, совпадали с выделенными из сплит-систем, установленных в помещениях, в 100% случаях. Вариантов, при которых условно-патогенная микрофлора, выделенная из биопленки системы удаления конденсата сплит-системы, отсутствовала бы в воздухе помещения после её включения, не выявлено. То есть микрофлора, образующая биопленку в системе удаления конденсата, является источником загрязнения воздуха того помещения, где установлена сплит-система, в 100% случаев.

Информация о необходимости регулярной очистки фильтра размещена как в инструкции по эксплуатации сплит-систем,

так и в нормативных документах МОЗ Украины [3] и МЗ РФ [8]. Но, по данным опроса работников магазинов, только 2 из 122 сплит-систем (1,6%), проходили данную процедуру. Вероятно, данное нарушение условий эксплуатации и стало причиной заселения сплит-систем условно-патогенной микрофлорой. Учитывая то обстоятельство, что изменение температуры воздуха также может быть фактором, повышающим риск развития заболевания [9], колонизация сплит-систем условно-патогенной микрофлорой вызывает обоснованную тревогу и требует проведения разъяснительных мероприятий среди населения и разработки надежных методик дезинфекции.

Выводы

1. Проведенные исследования свидетельствуют о высоком риске загрязнения воздуха помещения микрофлорой, колонизирующей систему кондиционирования.
2. Необходимо проводить санитарно-просветительную работу среди населения, разъясняя им риски для здоровья, связанные с нарушением условия эксплуатации систем кондиционирования.
3. Для уничтожения колонизирующей сплит-системы условно-патогенной микрофлоры необходима разработка надежной методики дезинфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимическая активность родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*. – Офиц. изд. – Харьков. : Харьковская медицинская академия последипломного образования, 2002. – 5 с. – (Нормативный документ Харьковской медицинской академии последипломного образования. Методические рекомендации).
2. Губернский Ю.Д. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических веществ, загрязняющих воздух жилой среды / Ю.Д. Губернский // Гигиена и санитария. 2006. – №6. – С. 27-37.
3. Инструкция по санитарно-противоэпидемическому режиму аптечных учреждений. – Офиц. изд. – К.: 2006. – 5 с. – (Нормативный документ МОЗ Украины. Ведомственная инструкция).
4. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 104444.2-94. – [Действителен от 1998-01-01] – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 14 с. – (межгосударственный стандарт СНГ).
5. Методы культивирования микроорганизмов : ГОСТ 26670-91. – [Действителен от 1993-01-01] – М. : Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 13 с. – (государственный стандарт СССР).
6. Микробиологическая диагностика заболеваний, вызываемых псевдомонадами и другими неферментирующими грамотрицательными бактериями. – Офиц. изд. – К. : Киевский государственный институт усовершенствования врачей МЗ СССР, 1988. – 24 с. – (Нормативный документ МЗ УССР. Методические рекомендации).
7. Определение грамотрицательных потенциально патогенных бактерий-возбудителей внутрибольничных инфекций. – Офиц. изд. – Москва : Московский Областной Научно-Исследовательский Клинический Институт им. М.Ф. Владимирского. 1987. – 35 с. –

- (Нормативный документ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Методические рекомендации).
8. Об организации контроля за очисткой и дезинфекцией систем вентиляции и кондиционирования. – Офиц. изд. – М.: 2004. – 27 с. – (Нормативный документ МЗ РФ. Приказ).
 9. Shuman E.K. Global Climate Change and Infectious Diseases / Emily K. Shuman // The New-English Journal of Medicine. 2010. – №25. – Vol.359. – P. 1061-1063.
 10. Rudenko S.S. Specific differentiation and epidemiological marking of staphylococcus aureus strains distinguished from the carriers of medical personnel and objects of external environment in curative institutions of the south railway / S.S. Rudenko, I.V. Korobkova, O.M. Sobol [and an.] // Annals of Mechnikov Institute. 2011. – №2. – С. 9-13.
 11. Ross C. Studies on Fungal and Bacterial Population of Air-conditioned Environments / C. Ross, J.R. Menezes, T.I. Svidzinski, U. Albino // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2004. – №5. – Vol.47. – P. 827-835.

СПЛІТ-СИСТЕМИ ЯК ДЖЕРЕЛО БАКТЕРІАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

Акіменко В.Я., Харченко С.О., Козуля С.В.

Проведені дослідження свідчать про неминучість забруднення повітря приміщення мікрофлорою, що колонізує систему кондиціонування. Оскільки, згідно даним опиту, лише у 2 з 122 спліт-систем (1,6%) здійснювалося регулярне очищення фільтру, необхідно проводити санітарно-освітню роботу серед населення, роз'яснюючи їм ризики для здоров'я, пов'язані з порушенням умови експлуатації систем кондиціонування. Для знищення колонізуючої спліт-системи умовно-патогенної мікрофлори необхідна розробка надійної методики дезінфекції.

SPLIT-SYSTEMS AS SOURCE OF BACTERIAL CONTAMINATION OF AIR

V.Ya. Akimenko, S.A. Kharchenko, S.V. Kozulya

After realization of experiments we come to conclusion: contamination of apartment's air by microflora from air-conditioning system is obvious fact. Only 2 from 122 split-systems (1,6%) passed through the regular cleaning of filter. Incorrect exploitations of air-conditional systems is a risks factor for population's health. To prevent this situation, the sanitary-educational work with people, who have at home split-system, is necessary. For prevention of split-systems colonization by the conditional-pathogenic microflora creation of effective disinfection method is necessary.

Куратор розділу – д. мед. наук Турос О.І.