

Billing B., Sherlok S. J. *Physiol.*, 1951, 115, 430. —46. Brodie, Spector S., Schore P. *Pharm. Rev. Part.*, 1959, 2, 2, 11.—47. Bulbring E. *Symposon Adrenergic mechanisms*. London. 1960.—48. Burn I. *Ibid.* —49. Butz R. *Ann. Surg.*, 1961, 154, 225. —50. Bohmanson G. *Acta chir. scand.*, 1950, 246, 3. —51. Capper W. M., Welbourne R. B. *Brit. J. Surg.*, 1955, 43, 24. —52. Capper W., Butler T. *Brit. Med. J.* 1951, 1, 1177. —53. Clemans M. *Zbl. Chir.*, 1959, 42.—54. Collier H. 5-Hydroxytryptamine. London, 1957, 5. —55. Denechau D. *Sem. med. (Paris)*, 1907, 28, 481. —56. Drapanes T., McDonald J. C., Stewart J. D. *Am. Surg.*, 1962, 156, 528. —57. Duthie H., Irvine W., Kerr I. *Gastroenterol.*, 1958, 89, 56. —58. Evrson T. *Arch. Surg.*, 1955, 70, 5.—59. Fenger H., Andreassen M., Davidson H. *Acta chir. scand.*, 1961, 121, 2. —60. Fischer J., Taylor W., Cannon J. *Surg. Gynec. Obstet.*, 1955, 100, 5. —61. Garrabe-Godier. *Semaine med.*, 1957, 33, 26. —62. Gilbert I., Dunlop D. *Brit. med. J.*, 1947, 2, 330. —63. Hart W., Holl F., Heymann H. *Arch. klin. Chir.*, 1963, 302, 4. —64. Haverback B. J., Davidson J. D. *Gastroenterology*, 1958, 35, 570. —65. Henley F. *Bull. Soc. Int. Chir.*, 1961, 20, 53. —66. Herrington Z., Edwards W. *Surg.*, 1959, 46, 6. —67. Hertz A. F. *Am. Surg.*, 1961, 12, 316.—68. Johnson L. P., Jesseph J. E. *Surg. Forum*, 1961, 12, 316.—69. Johnson L. P., Sloop R. D., Jesseph J. E. *Harkins H. N. Ann. Surg.*, 1962, 156, 537.—70. Jordan G., Overton R., De Bekey M. *Ann. Surg.*, 1957, 42, 6. —71. Justin-Besanson L. e. a. *Sem. Hop. Paris*, 1954, 30, 35.—72. Klieman A., Grant A. *Surg. Forum*, 1954, 4.—73. Machella T. E. *Am. J. Med. Sci.*, 1957, 2, 278; *Anat. Surg.*, 1949, 130, 2.—74. Machella T. W. *Gastroenterology*, 1950, 14, 237.—75. Miller L. D., Peskin H. W. *Am. J. Med. Sci.*, 1963, 245, 218. —76. Mix C. L. *Surg. Clin. N. Am.*, 1922, 3, 617. —77. Medwik A. a. o. *Ann. Surg.*, 1956, 144, 6. —78. Morris W., Greenfield L. *Ann. Surg.*, 1959, 150, 1. —79. Pernow B., Wallensten S. *Acta chir. scand.*, 1964, 128, 530. —80. Peskin G., Miller M. *Arch. Surg.*, 1962, 85, 701; *Ann. Surg.*, 1965, 7. —81. Pontes J., Neves D. *Gastroenterol.*, 1953, 23, 431. —82. Porges O., Am. J. Med., 1947, 3, 177. —83. Poth E. *Am. Surg.*, 1957, 23, 12. —84. Rapport M., Green A., Page J. *Science*, 1948, 108, 329. —85. Roberts K. a. o. *Ann. Surg.*, 1954, 140, 621. —86. Schechter S., Necheles H. *Gastroenterol.*, 1949, 13, 4. —87. Smith W. *Lancet*, 1951, 2, 745.—88. Walker J. M., Roberts K. M., Medwik A., Randall H. T. *Arch. Surg.*, 1955, 71, 543. —89. Wallensten S. *Acta chir. scand.*, 1959, 188, 4. —90. Weber B. *New. Engl. J. Med.*, 1957, 255. —91. Zollingen R. M. Hoerk S. O. *JAMA*, 1947, 134, 575.

## ГИГИЕНА ТРУДА И ПРОФЗАБОЛЕВАНИЯ

### АЭРОИОНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЙ ВАЛЯЛЬНО-ВОЙЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. Н. Краснощеков

*Казанский Всесоюзный научно-исследовательский институт охраны труда ВЦСПС*

Особенностью состава воздуха в производственных помещениях некоторых промышленных предприятий является то весьма существенное обстоятельство, что на него воздействуют мощные источники ионизации.

Высокие концентрации аэроионов обнаружены в рабочих помещениях медно-литейного производства [2], на прядильно-ткацких фабриках [11], электроламповых заводах [1], при электросварочных работах [12], в текстильной промышленности [7].

Согласно полученным нами данным концентрации легких аэроионов во всех основных цехах Казанского валяльно-войлочного комбината, за исключением рабочих мест около молотовых машин, выше, чем в наружном воздухе на территории комбината. Содержание тяжелых ионов в воздухе производственных помещений также более высокое.

В подготовительном цехе около обезрепеивающих, трепальных, шипальных, «рвач» и других входящих в пневмопоток машин характер аэроионизации значительно отличается в зависимости от обработки на них грязного или мытого сырья. При обработке на машинах грязной шерсти содержание легких ионов в воздухе составляло в среднем  $2623$  в  $1\text{ см}^3$  при коэффициенте униполярности (отношении числа положительных ионов к отрицательным)  $1,2$ . При переходе же на обработку мытой шерсти общее количество положительных и отрицательных легких ионов возрастало в среднем до  $5690$  в  $1\text{ см}^3$  воздуха (в 2 раза). Увеличение общей концентрации происходило за счет роста численности отрицательных ионов, содержание которых в воздухе достигало в среднем  $4426$  в  $1\text{ см}^3$ , что в 3,8 раза превышало количество отрицательных ионов при обработке грязной шерсти ( $1161$  в  $1\text{ см}^3$ ). Число положительных ионов при этом не возрастало ( $1462$ , а затем  $1264$ ). Такое изменение характера биполярной ионизации воздуха

когда коэффициент униполярности понижается от 1,2 до 0,3, имеет большое гигиеническое значение. В подтверждение этого положения приведем несколько литературных данных.

Подавляющее большинство исследователей [3, 4, 5, 6, 8, 13, 17] считает, что наиболее благоприятное влияние на физиологические функции организма оказывают легкие аэроионы отрицательного знака.

Д. Беккет и А. Крюгер в экспериментах на животных и человеке при действии отрицательных ионов наблюдали ускорение движения ресничек мерцательного эпителия слизистых оболочек, выстилающих трахею и бронхи, при действии же положительных ионов — замедление. Э. К. Сийрде и П. К. Прюллер в эксперименте доказали повышение активности мерцательного эпителия под действием отрицательно заряженных аэрозольных частиц и падение ее под влиянием положительно заряженных аэрозолей.

Преобладание в воздухе легких отрицательных ионов, наблюдавшееся нами при обработке мытой шерсти, способствует ускорению выведения пыли из дыхательных путей у рабочих. Поэтому в условиях валяльно-войлочного производства отрицательная ионизация должна рассматриваться как благоприятный фактор, а положительная — как неблагоприятный.

При определении содержания тяжелых ионов было установлено, что во время обработки мытой шерсти также возрастало количество отрицательных ионов (от 69 965 до 229 583 в  $1\text{ см}^3$ ), а не положительных.

Генерация ионов в приготовительных и шерсточесальных цехах происходит за счет трения волокон шерсти о коловую и игольчатую garnитуру машин, между собой, о воздух при их транспортировании. Высокое содержание тяжелых ионов объясняется наличием мелкодисперсной пыли, способствующей процессам рекомбинации легких и тяжелых ионов. Однако процессы уничтожения легких ионов не превалируют над процессами ионообразования, так как концентрации легких ионов в приготовительных цехах довольно высоки.

В шерсточесально-фильцовочном цехе общая средняя концентрация легких аэроионов равнялась 6286 в  $1\text{ см}^3$ , т. е. была выше, чем в приготовительном цехе, причем положительно заряженных ионов было больше, чем отрицательно заряженных (соответственно 3766 и 2520 в  $1\text{ см}^3$ ). Объясняется это, по-видимому, тем обстоятельством, что генерация ионов осуществляется здесь не только процессами трения шерсти об игольчатую garnитуру чесальных машин, но и нагревом фильцовочных машин. В период проведения исследований температура воздуха у рабочих мест и в приготовительном цехе колебалась от 18,8 до 22,2° С, а в шерсточесально-фильцовочном цехе — от 26,0 до 26,8°.

Средняя концентрация тяжелых ионов в шерсточесально-фильцовочном цехе составляла 141 669 в  $1\text{ см}^3$  воздуха при коэффициенте униполярности 1,3. Менее высокое содержание тяжелых ионов в шерсточесально-фильцовочном цехе по сравнению с приготовительным связано с меньшей запыленностью воздуха.

В чистильно-отделочном цехе, воздушная среда которого также загрязнена пылью, средняя концентрация легких аэроионов равнялась 2865 в  $1\text{ см}^3$ . Положительных ионов было больше (1685 в  $1\text{ см}^3$ ), чем отрицательных (1180 в  $1\text{ см}^3$ ), что соответственно отражалось и коэффициентом униполярности — 1,4. Источниками ионообразования здесь являются процессы трения, происходящие при ворссыеме и чистке головок и голенищ сапог о бьюстровращающиеся абразивные круги. Несмотря на то, что в этом цехе много рабочих, процессы ионообразования превалируют над процессами ионоуничтожения, обуславливая более высокую ионизацию воздуха по сравнению с наружной атмосферой.

В основальном цехе средняя концентрация легких (3963 в  $1\text{ см}^3$ ) и тяжелых (16 501 в  $1\text{ см}^3$ ) аэроионов была меньше, чем в чесально-фильцовочном цехе. Объясняется это, по-видимому, отсутствием в помещении чесальных машин и наличием пареоотсасывающих устройств у каждой из свайлачивающих машин. Причем отсутствие первых понизило процесс ионообразования, а пареоотсасывающие устройства позволили уменьшить температуру воздуха в помещениях. Соотношение же положительных и отрицательных легких ионов в основальных цехах лучше, чем в чесально-фильцовочных. В основальных цехах коэффициент униполярности равен 1,1, а в чесально-фильцовочных — 1,5.

Значительно более высокая концентрация легких аэроионов установлена нами в насадочно-сушильном отделении валяльного цеха. В  $1\text{ см}^3$  воздуха в среднем определялось 5262 легких ионов (3520 положительных и 1742 отрицательных). Отношение положительных ионов к отрицательным (коэффициент униполярности 2,0) характеризует биполярную ионизацию в сушильно-насадочном отделении как неблагоприятную в гигиеническом отношении. Повышенное же содержание аэроионов обусловлено здесь, по-видимому, высокой температурой окружающего воздуха. Во время проведения исследований температура у рабочих мест насадочно-сушильного отделения была в пределах 31,6—32,8°, а у рабочих мест в основальном цехе — от 24,0 до 26,2°. Согласно данным, приводимым в работе А. А. Минха (1963), с повышением температуры воздуха увеличивается и его ионизация. Эту зависимость связывают с образованием при высоких температурах восходящих токов воздуха, которые несут в себе естественные радиоактивные эманации. В наших условиях восходящие токи нагретого воздуха несут из проемов сушильных камер и от запорочных установок преимущественно положительные ионы.

В противовес всем вышеприведенным результатам исследований, в валяльном цехе около молотовых машин ионизация воздуха оказалась низкой. Средняя концентрация легких аэроионов была в 2,4 раза меньше, чем в наружном воздухе (соответственно 342 и 837 в  $1\text{ см}^3$ ). Содержание положительных легких ионов составляло от 37 до 379 (в среднем 217) в  $1\text{ см}^3$ , а отрицательных — от 18 до 284 (в среднем 125). Коэффициент униполярности, равный 1,7, выражал значительное преобладание положительных ионов. Основная причина низкой ионизации воздуха около молотовых машин заключается в том, что относительная влажность воздуха во время проведения исследований была в пределах 62—92% при температуре от 24 до 28,2° С. Полученная нами обратная зависимость между относительной влажностью воздуха и содержанием легких аэроионов согласуется с имеющимися в литературе сведениями об уменьшении ионизации воздуха по мере увеличения относительной его влажности [10]. Водяные пары, подобно пылинкам, адсорбируют легкие ионы, а с уменьшением легких ионов должно возрастать количество тяжелых.

По нашим наблюдениям, средняя концентрация тяжелых аэроионов составляла около молотовых машин 350 569 в  $1\text{ см}^3$  при коэффициенте униполярности 1,2.

В свете полученных нами данных о состоянии ионизации воздуха в рабочих помещениях валяльно-войлочного производства встают вопросы о допускаемых и оптимальных концентрациях легких аэроионов, о лучшем в гигиеническом отношении коэффициенте униполярности. Для освещения этих вопросов, пока не нашедших отражения в санитарных нормах, сошлемся на некоторые литературные источники.

Исследованиями, проведенными Л. Л. Васильевым (1960), было доказано, что при концентрациях легких ионов порядка 10 000—20 000 в  $1\text{ см}^3$  воздуха постепенно нарастают функциональные, а затем и органические расстройства различных систем организма, в первую очередь центральной нервной системы.

Следовательно, за предельно допустимое содержание легких аэроионов необходимо принимать их концентрацию, не превышающую 10 000 в  $1\text{ см}^3$ . Выявленные нами в валяльно-войлочном производстве концентрации легких ионов хотя и являлись высокими, но ни в одном случае не превышали 10 000 в  $1\text{ см}^3$  воздуха.

Для наглядности отметим, что в комнатном воздухе легкие ионы содержатся в значительно меньшем количестве. Средняя концентрация легких аэроионов в помещении лаборатории промышленной гигиены составляла 823 в  $1\text{ см}^3$ . За стенами же лаборатории в атмосферном воздухе средняя концентрация легких ионов была значительно выше (1789 в  $1\text{ см}^3$ ).

Для производственных помещений за наиболее оптимальный принимается аэрионный режим атмосферы курортных местностей или расположенных вдали от городов лесных массивов, где в  $1\text{ см}^3$  воздуха содержится 2—3 тыс. легких ионов с преобладанием отрицательных аэроионов (И. М. Эрман, 1963). На территории же Казанского валяльно-войлочного комбината в среднем в  $1\text{ см}^3$  воздуха определялось 837 легких ионов.

Полученные результаты позволяют считать аэроионизацию в рабочих помещениях как один из показателей чистоты воздуха и благоприятных метеорологических условий. Увеличение содержания отрицательных легких ионов при уменьшении загрязненности воздуха и нормализации метеорологических условий, а также наблюдавшееся при этом улучшение соотношений между содержанием положительных и отрицательных ионов достаточно убедительно свидетельствуют о том, что оптимальные параметры аэроионизации достигаются при незагрязненном воздухе и благоприятном микроклимате без применения дополнительной искусственной аэроионизации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева-Галанина Е. Ц. В кн.: Работа в горячих цехах с профилактической точки зрения. Л., 1936.— 2. Бруевич С. В. Гиг. труда, 1928, 5.— 3. Булатов К. П. В кн.: Вопросы экспериментальной биологии и медицины. М., 1951, 1.— 4. Васильев Л. Л., Чижевский А. Л. Тр. ЦНИЛИ. Проблемы ионификации, т. III, Воронеж, 1934.— 5. Васильев Л. Л. В кн.: Бронхиальная астма, Медгиз, Л., 1959.— 6. Васильев Л. Л. Влияние атмосферных ионов на организм. Медгиз, Л., 1960.— 7. Горбунова Е. В. Изв. высш. учебн. завед., 1960, 5.— 8. Кауфман С. В. Униполярно заряженный воздух по методу Дессаура и его биологическое действие на организм животных и человека. Воронеж, 1935.— 9. Колодина Н. С. Тр. Ленинградского ин-та гиг. труда и профзабол. по итогам работы за 1958 г. Л., 1959.— 10. Минх А. А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. Медгиз, М., 1963.— 11. Ремизов Н. А. Физиотерап., 1931, 5.— 12. Рязанов А. П. Гиг. труда и тех. безопасности, 1936, 1.— 13. Файбушевич В. М. Вопр. курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры, 1957, 5.— 14. Чижевский А. Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. Госпланиздат. 1960.— 15. Эрман И. М. В кн.: Материалы научной конференции по проблеме аэроионизации в гигиене труда. Л., 1963.— 16. Беккет Д. и Крюгер А. Эксперименты с аэроионами на трахее. 1961. Цит. по сборнику трудов «Вопросы электроаэрозольной технологии, искусственной ионизации и электроочистки воздуха», Стройиздат, М., 1965.— 17. Кимура, Исидате, Абе. 1935. Цит. по кн. А. А. Минха «Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение», Медгиз, 1963.