

УДК 613.63: 614.71

## ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ ФУНКЦИИ У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ТРУДА

<sup>1</sup>Мещакова Н.М., <sup>1,2</sup>Рукавишников В.С.

<sup>1</sup>ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, e-mail: nina.meschakova@yandex.ru;

<sup>1,2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России, Иркутск, e-mail: imt@irmail.ru

В современном производстве сульфатной целлюлозы основное гигиеническое значение имеет воздействие на работающих химических веществ 2 и 3 классов опасности – метилсернистых соединений (меркаптаны, диметилдисульфид) хлора и хлора диоксида, аэрозоля щёлочи, древесной и известковой пыли, концентрации которых превышают гигиенические нормативы. Установлено, что у практически здоровых работников, испытывающих воздействие химического фактора, наблюдается значительная частота функциональных нарушений респираторной функции, возрастающая по мере увеличения стажа работы и проявляющаяся умеренным снижением основных показателей лёгочной вентиляции. Показано, что фактор курения оказывает существенное влияние на функциональное состояние дыхательной системы, усугубляя воздействие химического фактора.

**Ключевые слова:** работники производства сульфатной целлюлозы, химический фактор, фактор курения, функциональные нарушения дыхательной функции

## PECULIARITIES OF THE RESPIRATORY FUNCTION IN WORKERS OF PRODUCTION OF SULPHATE PULP IN CONNECTION WITH THE CONDITIONS

<sup>1</sup>Meshchakova N.M., <sup>1,2</sup>Rukavishnikov V.S.

<sup>1</sup>East-Siberian Institution of Medical and Ecological Reseach, Angarsk, e-mail: nina.meschakova@yandex.ru;

<sup>1,2</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, e-mail: imt@irmail.ru

In the modern production of sulphate pulp, the main hygienic importance is the impact on the working of chemicals 2 and 3 classes of danger – methyl-sulfurous combinations (mercaptans, dimethyldisulfide) chlorine and chlorine dioxide, alkali aerosol, wood and lime dust, concentrations of which exceed the hygienic standards. It is established that in healthy workers impacted by chemical factors, there is a significant frequency of functional disorders of respiratory function, increasing with increasing work experience and manifested a moderate decrease in the basic indicators of pulmonary ventilation. It is shown that the factor of Smoking has a significant impact on the functional state of the respiratory system, exacerbating the effects of the chemical factor.

**Keywords:** sulphate pulp production, chemical factor, the factor of Smoking, functional impairment of respiratory function

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) как перспективная отрасль народного хозяйства страны, интенсивно развивается в Восточной Сибири, богатой сырьевыми ресурсами. Функционирующие здесь предприятия являются наиболее мощными по количеству перерабатываемого сырья, а производство целлюлозы основано на использовании приоритетного в мировой и отечественной практике сульфатного способа. Между тем, особенности технологии производства, где в качестве реагентов используются токсичные химические соединения, создают предпосылки к негативному влиянию условий труда на здоровье работающих.

В литературе достаточно полно освещены вопросы гигиены труда в производстве сульфатной целлюлозы [1, 2, 3, 6]. При этом установлено, что ведущим неблагоприятным фактором в данном производстве является загрязнение воздуха рабочей зоны

химическими веществами раздражающего действия в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы. К ним относятся – комплекс метилсернистых соединений (МСС), хлор и хлора диоксид, аэрозоль щёлочи др. Вместе с тем, в литературе весьма ограничены сведения, касающиеся влияния вредностей сульфат-целлюлозного производства на состояние респираторной системы работающих [5, 7, 9].

Цель исследования – изучение функционального состояния респираторной системы у работников производства сульфатной целлюлозы, испытывающих воздействие химического фактора.

### Материалы и методы исследования

Функциональные исследования респираторной системы проведены у 336 практически здоровых работников-мужчин основных профессий сульфат-целлюлозного производства (ЦП) Братского ЛПК,

подвергающихся преимущественному воздействию химических веществ: метилсернистых соединений (МСС) – в варочно-промывных цехах (1-я группа), хлора и хлора диоксида – в отбельных цехах (2-я группа), пыли извести и аэрозоля щёлочи – в цехах регенерации щёлоча (3-я группа). В качестве сопоставимой группы обследованы 103 практически здоровых работника сушильных цехов, не имеющих контакта с химическим фактором – (4-я группа). Обследованные были преимущественно в возрасте 30–49 лет (70,0–86,7%). Большой удельный вес составляли лица со стажем 10 и более лет (32,0–56,2%). Оценку функционального состояния дыхательной системы у работающих оценивалось путём проведения спирографии и пневмотахометрии с определением показателей ФВД: жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ), максимальной вентиляции лёгких (МВЛ), объема форсированного выдоха за 1с – индекс Тифно (ИТ). Полученные данные рассчитывали в % к должным величинам. Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Statistica v.6 for Windows с применением расчёта средних значений, ошибки средних, оценки значимости различий по критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

Ранее проведенными нами исследованиями по изучению состояния здоровья работников сульфат-целлюлозных производств

[4] установлено (табл. 1), что у обследованных наиболее распространёнными были хронические болезни дыхательной системы, частота которых по всему контингенту обследованных лиц составила  $41,1 \pm 1,7$ , что почти в 2 раза превышала показатель контрольной группы –  $22,6 \pm 2,7$  ( $p < 0,001$ ). Наибольшая распространённость заболеваний дыхательной системы наблюдалась у работников, испытывающих влияние химического фактора. При этом, самый высокий уровень их отмечался у работников цехов регенерации щёлоча ( $51,6 \pm 4,0\%$ ), несколько ниже – у рабочих варочных и отбельных цехов ( $47,4 \pm 4,0$  и  $43,5 \pm 3,0\%$ , соответственно), что оказалось существенно выше, чем у работников сушильных цехов, не имеющих контакта с химическим фактором ( $p < 0,001$ ).

В результате исследований установлено, что функциональные сдвиги в системе лёгочной вентиляции проявлялись снижением должных значений основных показателей ЖЕЛ, МВЛ, ИТ и были выявлены у  $31,9\% \pm 2,4$  обследованных работников, занятых в цехах с химическим фактором и у  $22,3\% \pm 4,1$  лиц сопоставимой группы ( $P < 0,05$ ). у работников всех профессиональных групп степень выраженности отклонений показателей ФВД в основном была умеренной.

Таблица 1

Распространённость хронических заболеваний со стороны дыхательной системы у обследованных работников (на 100 обследованных)

Заболевания	Профессиональные группы				Всего (n=778)	Контроль (n=230)
	1 (n=271)	2 (n=154)	3 (n=151)	4 (n=202)		
Заболевания дыхательной системы в том числе:	* ** $43,5 \pm 3,0$	* ** $47,4 \pm 4,0$	* ** $51,6 \pm 4,0$	$25,2 \pm 3,0$	* $41,1 \pm 1,7$	$22,6 \pm 2,7$
– хронические заболевания верхних дыхательных путей	* ** $33,2 \pm 2,$	* ** $29,8 \pm 3,6$	* ** $41,7 \pm 4,0$	$18,8 \pm 2,7$	* $30,3 \pm 1,$	$16,3 \pm 3,2$
– заболевания бронхо-легочной системы (хронические бронхиты, пневмонии)	* ** $10,3 \pm 1,0$	* ** $17,5 \pm 3,0$	$9,9 \pm 2,4$	$6,4 \pm 1,7$	* $10,6 \pm 1,$	$5,2 \pm 1,4$

Примечание. \* – различия статистически значимы в сравнении с контрольной группой; \*\* – различия статистически значимы при сравнении с работниками сушильных цехов (4 гр.)

Таблица 2

Показатели ФВД у обследованных работников в зависимости от профессионального стажа (средние величины в % к должным)

Группы	Показатели ФВД	Стаж работы (лет)			Всего
		1–4	5–9	10 и >	
1 – 2	ЖЕЛ	101,2 ± 2,3	95,1 ± 3,5	91,0 ± 1,7*	95,1 ± 1,3
	МВЛ	110,9 ± 3,6	110,0 ± 4,0	100,4 ± 2,5*’**	106,3 ± 2,1
	ИТ	82,6 ± 0,95	81,1 ± 1,2	80,4 ± 1,0	81,3 ± 0,7
	n	59	62	68	189
3	ЖЕЛ	92,7 ± 2,5	90,8 ± 3,3	84,0 ± 4,5	89,6 ± 1,3
	МВЛ	103,8 ± 4,2	104,9 ± 4,1	100,9 ± 4,9	103,2 ± 2,4
	ИТ	83,0 ± 1,1	80,8 ± 2,7	83,0 ± 3,3	82,5 ± 0,8
	n	44	16	14	74
Итого в цехах с химическим фактором	ЖЕЛ	97,0 ± 1,4	95,0 ± 2,1	89,1 ± 1,5 *’**	93,2 ± 1,2
	МВЛ	108,4 ± 3,4	106,3 ± 3,8	100,0 ± 2,2*	105,0 ± 1,8
	ИТ	83,1 ± 0,7	81,06 ± 1,0	80,9 ± 1,12*	81,7 ± 0,5
	n	103	78	82	263
4	ЖЕЛ	91,3 ± 1,7	95,8 ± 2,6	94,6 ± 1,9	93,8 ± 1,4
	МВЛ	97,3 ± 3,0	111,9 ± 4,8*	113,8 ± 4,4*	107,5 ± 3,1
	ИТ	84,3 ± 2,1	85,2 ± 1,7	84,6 ± 1,3	84,1 ± 0,6
	n	32	35	36	103

Примечание. \* – различия статистически значимы в сравнении с стажевой группой 1–4 года; \*\* – различия статистически значимы в сравнении с стажевой группой 5–9 лет.

Наиболее частыми были изменения со стороны показателя ЖЕЛ, который в целом был снижен у 29,2% обследованных работников. Характерно, что в цехах с химическим фактором таких лиц было достоверно больше, чем в сопоставимой группе (соответственно, 31,9 ± 2,4 и 22,3 ± 4,1%; p < 0,05), при этом у 11 работников этих цехов (5,8%) степень отклонения показателей ЖЕЛ была значительной (ниже 70% от должной). Характерно, что у работников сопоставимой группы значительных отклонений показателей ЖЕЛ не наблюдалось. Значительно реже у обследованных наблюдались отклонения со стороны показателей МВЛ и ИТ, характеризующих нарушение бронхиальной проходимости. В целом процент лиц с отклонениями показателя МВЛ в цехах с химическим фактором был достоверно выше, чем в сопоставимой группе (соответственно, 12,9 и 6,7%; P < 0,05). Наибольшая частота этих отклонений наблюдалась

у работников варочных и отбельных цехов. Отклонения со стороны показателя ИТ чаще всего выявлялись у рабочих отбельных цехов (15,0 ± 4,9%), у рабочих сопоставимой группы отклонений со стороны этого показателя не наблюдалось.

Анализ показателей ФВД в зависимости от профессионального стажа (табл. 2) показал, что у работников варочных и отбельных цехов (1 и 2 группы) снижение показателей лёгочной вентиляции наблюдается при стаже работы 10 и более лет, в основном, за счёт снижения ЖЕЛ и МВЛ. у работников 3 группы, испытывающих влияние пыли извести и аэрозоля щёлочи, прослеживается лишь тенденция к снижению этих показателей с увеличением стажа работы. у рабочих сушильных цехов не выявлено зависимости показателей функции внешнего дыхания от стажа работы, за исключением показателя МВЛ, который был достоверно выше у высокостажированных работников.

Таблица 3

Частота различных типов нарушения лёгочной вентиляции (в % от числа обследованных)

Группы	нормальные показатели ФВД	Типы нарушения лёгочной вентиляции			Всего нарушений
		рестриктивный	обструктивный	смешанный	
1	61,1±4,1*	19,8±3,4*	8,8±2,4*	10,2±2,5*	38,9±4,1***
2	69,8±6,3*	13,2±4,6	9,4±4,0	7,5±3,6	30,1±5,5*
3	64,8±5,5*	24,3±4,9*	4,0±2,2	6,7±2,9	35,1±5,5*
Р	1-2 > 0,05 1-3 > 0,05	1-2 > 0,05 2-3 > 0,05	1-3 > 0,05 2-3 > 0,05	1-2 > 0,05 1-3 > 0,05	1-2 < 0,05 1-3 < 0,05
Итого в цехах с химическим фактором	63,8±2,9*	19,7±2,4*	7,6±1,6*	8,7±1,7*	36,1±2,9*
Работники сушильных цехов (4)	84,4±3,5	10,6±3,0	2,9±1,6	1,9±1,3	15,5±3,5

Примечание. \* – различия статистически значимы в сравнении с работниками сушильных цехов, \*\* различия статистически значимы в сравнении с другими группами.

При оценке степени нарушения дыхательной функции (табл. 3) установлено, что у большинства работников были нормальные показатели лёгочной вентиляции. Однако, процент таких лиц в цехах с химическим фактором был существенно меньше, чем в сопоставимой группе (соответственно 63,8±2,9% и 84,4±3,5%;  $p < 0,001$ ). Различные типы нарушений лёгочной вентиляции выявлены у 36,1±2,9% работников, занятых в цехах с химическим фактором, и у 15,5±3,5% лиц сопоставимой группы ( $p < 0,001$ ). Наиболее часто нарушения дыхательной функции отмечались у рабочих варочно-промывных цехов.

У работников всех профессиональных групп преобладал рестриктивный тип нарушения лёгочной вентиляции, при котором на фоне нормальных скоростных показателей, в основном, наблюдалось снижение ЖЕЛ. В целом рестриктивный тип нару-

шения дыхательной функции был выявлен у 19,7% работников, занятых в цехах с химическим фактором, и у 10,6% лиц сопоставимой группы ( $p < 0,05$ ).

Изменения лёгочной вентиляции по обструктивному и смешанному типам наблюдались, соответственно, у 7,6 и 8,7% работников, занятых в цехах с химическим фактором, и у 2,9 и 1,9% лиц сопоставимой группы ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ , соответственно).

Учитывая данные литературы о негативном влиянии длительного табакокурения на состояние лёгочной вентиляции, проведен сравнительный анализ показателей ФВД у длительно курящих и некурящих мужчин в двух группах, идентичных по возрасту и стажу. Первую группу а составили работники, испытывающие влияние токсического и пылевого факторов, вторую Б – работники сушильных цехов.

Таблица 4

Показатели ФВД (в % к должным) у курящих и некурящих работников (% к должным величинам)

Группы	Число лиц	Средний возраст	Средний стаж	Показатели ФВД		
				ЖЕЛ	МВЛ	ИТ
А						
Курящие	63	35,8±0,7	7,8±0,5	91,6±1,6	102,6±3,0	82,5±1,0
Некурящие	53	35,2±0,9	8,2±0,6	97,5±2,4	118,1±2,8	85,4±1,0
Р				< 0,05	< 0,001	> 0,05
Б						
Курящие	23	34,1±1,5	8,3±1,0	97,1±2,1	113,5±5,7	84,5±1,9
Некурящие	20	37,3±1,5	10,9±1,3	100,5±2,5	117,0±4,8	83,4±1,2
Р				> 0,05	> 0,05	> 0,05

Примечание. А – работники, испытывающие влияние химического фактора, Б – работники сушильных цехов.

Установлено (табл. 4), что у длительно курящих мужчин, занятых в цехах с химическим фактором, показатели лёгочной вентиляции (ЖЕЛ и МВЛ) были снижены по отношению как к некурящим лицам этой группы ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$  соответственно), так и к курящим работникам сушильных цехов (соответственно,  $p < 0,05$ ;  $p > 0,05$ ). Показатель ИТ у курящих лиц группы а в сравнении с некурящими этой группы также имел заметную тенденцию к снижению ( $p > 0,05$ ). у курящих работников сушильных цехов по отношению к некурящим показатели МВЛ и ЖЕЛ также имели заметную тенденцию к снижению ( $P > 0,05$ ). В то же время показатель ИТ у курящих и некурящих работников этой группы практически не отличался. Следовательно, фактор курения оказывает негативное влияние на состояние дыхательной функции у работников сульфат-целлюлозного производства, особенно у лиц, испытывающих влияние химического фактора. Выводы

1. У работников производства сульфатной целлюлозы, испытывающих воздействие химического фактора, наблюдается значительная частота функциональных нарушений лёгочной вентиляции, возрастающая по мере увеличения профессионального стажа.

2. Степень выраженности нарушений лёгочной вентиляции – умеренная с преобладанием рестриктивного типа, при котором, в основном, наблюдается снижение ЖЕЛ.

3. Существенное влияние на состояние лёгочной вентиляции оказывает фактор курения, усугубляющий воздействие химического фактора.

#### Список литературы

1. Гигиена труда в в целлюлозно-бумажной промышленности / Г.В. Селюжицкий, А.М. Гарбуз, Н.П. Кандыбор, А.М. Никон и др. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 216 с.
2. Маняшин Ю.А., Мешакова Н.М. Вопросы гигиены труда в целлюлозно-бумажной промышленности // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1981. – №10. – С. 13–16.
3. Мешакова Н.М., Рукавишников В.С. Профессиональные факторы риска и состояние репродуктивного здоровья у женщин-работниц в производстве сульфатной целлюлозы // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – №12. – С. 5–10.
4. Мешакова Н.М., Рукавишников В.С. Профессиональный риск ущерба здоровью у работников современного производства сульфатной целлюлозы // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – №3, часть 2. – С. 123–128.
5. Мешаков Ю.В., Седов С.К. Состояние здоровья рабочих основных цехов целлюлозного завода по результатам углубленных периодических осмотров // Вопросы гигиены, профпатологии и промышленной токсикологии в Восточной Сибири: Сб. трудов Ангарского НИИ гигиены труда и профзаболеваний. – М.: 1977. – С. 56–60.
6. Санитарно-гигиеническая оценка условий труда при производстве целлюлозы / г. В. Селюжицкий, А.М. Гарбуз, Л.В. Евстефеева и др. / Гигиенические аспекты охраны окружающей среды и условий труда при производстве целлюлозы: Научные труды ЛСГМИ, том 140. – Л., 1981. – С. 42–48.
7. Bherer L., Cushman R., Courteau J. et al. Survey of construction workers repeatedly exposed to chlorine over a three to six month period in a pulpmill // Occup. and Environ. Med. 1994. Vol. 57. №4. P. 225–228.
9. Kennedy S. Lung health consequences of reported accidental chlorine gas exposures among pulpmill workers / S. Kennedy, D. Enarson, R. Janssen, M. Chan-Yeung // Amer. Rev. Respir. Disease. 1991. V. 143. №1. P. 74–79.