

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ АСБОЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА УКРАИНЫ

Варивончик Д. В.

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

Работники асбестоцементного производства (АЦП) подвергаются на рабочем месте экспозиции не менее чем двумя производственными канцерогенными агентами I группы (по классификации IARC) – производственной пылью, содержащей хризотилловый асбест и кристаллический кремний диоксид (кварц). 17-летним эпидемиологическим исследованием установлено, что стандартизированные половозрастные показатели общей онкологической заболеваемости и злокачественных новообразований (ЗН) в органах-мишенях для хризотилового асбеста среди работников АЦП не превышают популяционных уровней. «Достаточную» степень эпидемиологической доказательности, по критериям IARC, имеют следующие стандартизированные половозрастные показатели заболеваемости среди работников-мужчин: высокие уровни заболеваемости – лимфомой Ходжкина (в 25,8 раза, по сравнению с популяционным уровнем); низкие – раком предстательной железы (в 8,9 раза). Результаты эпидемиологического исследования «случай – контроль» показали, что в зависимости от экспозиции асбестом работников АЦП отношения шансов (OR) возникновения всех ЗН наибольшее для работающих на складе (5,95) и в ремонтной службе (1,39) ($p < 0,01$), а также среди профессиональных групп – подсобный рабочий (2,94), слесарь-ремонтник (2,93), дозировщик (2,88) ($p < 0,01$); возникновение ЗН в органах-мишенях достоверно повышено лишь для рака гортани (5,02) ($p < 0,01$). Индивидуальный канцерогенный риск хризотилового асбеста и кристаллического кремния диоксида для работников основных профессий АЦП (при стаже 35 лет) находится на уровне «приемлемого» для профессиональной экспозиции ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$), а популяционный канцерогенный риск возникновения ЗН в органах-мишенях составляет – 0,34 случая за 35 лет (1,34 на 100 тыс. экспонированных в год), и формируется за счет хризотилового асбеста – на 32,3 %, кристаллического кремния диоксида – на 67,7 %. Для улучшения контроля управления канцерогенными рисками на АЦП разработаны рекомендации.

Ключевые слова: асбест, асбестоцементное производство, рак, канцерогенный риск

Введение

Асбест – это группа природных тонковолокнистых силикатов различной химической структуры, являющихся продуктами магматической кристаллизации. По химическому составу асбесты делят на серпентины $[(R)_3Si_2O_5(OH)_4]$, где R – Mg, Fe] (*антигорит, хризотил, лизадтит*) и амфиболы $[R_7 [Si_4O_{11}]_2(OH)_2]$, где R – Ca, Mg, Fe] (*актинолит, амозит, антофиллит, крокидолит, тремолит и др.*). Асбест также содержит в своем составе небольшие количества тяжелых металлов – хрома, никеля, марганца и кобальта. Международное агентство по изучению рака ВОЗ (IARC) относит все виды асбестов к I группе веществ, с доказанной канцерогенностью для человека. Существует большое количество данных, полученных в разных странах, о связи профессиональной экспозиции асбестом и его смеси (при ингаляционном пути поступления в организм человека) с увеличением заболеваемости раком гортани, бронхов и легких, мезотелиомой (плевры и брюшины). Это обусловило ограниче-

ние, а в ряде стран – запрет на промышленное использование асбеста в промышленности [5].

Главными потребителями асбеста являются предприятия асбестоцементной промышленности (70 % всего добываемого асбеста), выпускающие преимущественно строительные материалы (асбестоцементный шифер и трубы). Асбестоцементные изделия (АЦИ) являются одним из основных строительных кровельных материалов (шифер), используемых в Украине. Асбестоцемент – это фибробетон (бетон, армированный волокном). Полученный с добывающего предприятия асбест механически измельчают и распушают до разделения волокон, добавляют воду и портландцемент: для листовых изделий (шифер) – асбеста 10–18 % и цемента 82–90 % по массе; асбест в таком материале находится в связанном состоянии и, практически, не выделяется в окружающую среду. Для производства асбестоцементных изделий в Украине используется отечественный портландцемент $[CaO - 60-70 \%, SiO_2 - 19-24 \%, Al_2O_3 - 4-7 \%, Fe_2O_3 - 2-6 \%, MgO - \text{до } 5 \%]$ и импортируемый из Российской Федерации хризотил-асбест (сино-

нимы: серпентин, белый асбест) $[Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4]$ (добыча – ОАО «Ураласбест» Свердловская обл., г. Асбест) [4].

По мнению ряда исследователей, канцерогенная опасность асбестов не одинакова и определяется его видом (химическим составом). Ряд авторов считает самым безопасным для человека – хризотил-асбест, что обуславливает возможность его использования в промышленности с минимальным риском для здоровья работающих [1–3, 7, 9]. Однако и до сегодняшнего времени существуют разногласия относительно канцерогенной опасности различных видов асбеста, не позволяющие достигнуть консенсуса мнений исследователями из различных стран [4]. До 2011 года хризотил-асбест останется не внесенным в список особо опасных веществ, которыми запрещена международная торговля (приложение № 3 Роттердамской Конвенции).

Значимая промышленно-экономическую роль асбеста и наличие научных разногласий относительно его канцерогенной опасности для человека обусловили актуальность проведения данного исследования, *цель* которого – оценка канцерогенной опасности асбестоцементного производства Украины.

Материалы и методы исследования

В исследовании проводили оценку рисков возникновения онкологических заболеваний, связанных с профессиональным влиянием волокон хризотилового асбеста и сопутствующих факторов производственной среды.

Определение и анализ уровней онкологической заболеваемости среди работников асбестоцементных предприятий (АЦП) проводили методом линкиджа (автоматического информационного сопоставления) электронных баз данных – Национального канцер регистра Украины (НКРУ) и данных о работающих на 10 АЦП, расположенных на территории 8 областей (период эпидемиологического наблюдения – 17 лет (1995–2011 гг.), списочный состав работающих – 3 066 чел.; 45 696 чел.-лет). В случае выявления онкологической патологии у работника проводили анализ, «Выписка о больном злокачественным новообразованием» (форма 027/у), данных о наличии у него контакта с хризотил-асбестом при выполнении профессиональных обязанностей (по резуль-

татам аттестации рабочего места, выполненного ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины» в 2005 г.).

Эпидемиологический анализ полученных данных проводили соответственно рекомендациям Международного агентства по исследованию рака ВОЗ [Cancer Epidemiology: Principles and Methods. – IARC, 1999].

Оценку индивидуального и популяционного канцерогенных рисков для работников АЦП проводили соответственно методике Агентства по охране окружающей среды США (US EPA) [EPA/600/8-87/045].

Результаты исследования и их обсуждение

За 17-летний период эпидемиологического наблюдения среди работников АЦП Украины злокачественными новообразованиями (ЗН) заболело 72 человека (2,3 % работающих), уровень среднегодовой заболеваемости ЗН на АЦП – 138,2 на 100 тыс. работающих, что ниже, чем в общей популяции населения Украины (2010 г. – 341,5 на 100 тыс. населения) ($p < 0,01$) (табл. 1).

Уровни среднегодовой заболеваемости ЗН среди работников различных АЦП не одинаковые – от 38,1 до 417,9 на 100 тыс., однако лишь среди работников ООО «Фирма "Дельта Буг"» уровень заболеваемости недостоверно превышает популяционный уровень для Николаевской области, где находится данное АЦП ($p > 0,05$). На всех остальных предприятиях, уровень заболеваемости ЗН ниже популяционных уровней тех областей, в которых они находятся (табл. 1, рис. 2).

Отмечено повышение половозрастных стандартизированных уровней общей онкологической заболеваемости среди работников: мужчин – 468,37 на 100 тыс. (в 1,8 раза больше популяционного уровня); женщин – 217,49 на 100 тыс. (в 1,1 раза) (табл. 2, 3). Повышение половозрастных уровней общей онкологической заболеваемости выявлено за счет:

- работников-мужчин – в возрасте 35–39 лет – ЗН полости рта, губы, легкого и лимфомы Ходжкина;
- работниц-женщин – в возрасте 30–34 года – ЗН кожи, молочной железы, тела и шейки матки; в возрасте 65–69 лет – ЗН кожи, молочной железы, тела матки, толстой кишки (рис. 2).

Таблиця 1

Уровни общей онкологической заболеваемости работников асбоцементных предприятий Украины (1995–2011 гг.)

Административная территория	Предприятие	Количество работающих (к-во чел.-лет)	Количество случаев ЗН (чел.)	Среднегодовая заболеваемость ЗН на 100 тыс. работающих	Заболеваемость ЗН населения в области (2010 г.)	p
Николаевская область	ООО «Фирма «Дельта Буг»	183 (3111)	13	417,9±226,7	385,3±1,0	>0,05
Ровенская область	ООО «Вольнь-шифер»	405 (6885)	17	246,9±117,2	295,3±1,0	>0,05
Харьковская область	ООО «Балаклеевський шиферний комбінат» + ОАО «ХЗИАМ»	217 (3689)	9	244,0±159,2	344,0±1,0	>0,05
АР Крым	ГП ПП «Кряж», Красногвардейский шиферный завод	345 (5865)	8	136,4±94,5	341,5±1,0	<0,05
Донецкая область	ООО «Краматорский шифер» + ООО «Техпром»	835 (14195)	14	98,6±51,6	338,4±1,0	<0,01
Ивано-Франковская область	ОАО «Ивано-Франковскцемент»	624 (10608)	8	75,4±52,2	266,5±1,0	<0,01
г. Киев	ООО «Киевский шиферный завод»	146 (2482)	1	40,3±79,0	348,2±1,0	<0,01
Запорожская область	ОАО «Запорожский завод асбестоцементных изделий»	309 (5253)	2	38,1±52,8	282,9±1,0	<0,01
Всего		3064 (52088)	72	138,2±31,9	341,5±1,0	<0,01

Половозрастные показатели по локализациям ЗН следующие:

- среди работников-мужчин отмечается повышение заболеваемости лимфомой Ходжкина (в 25,8 раза, по сравнению с популяционным уровнем), а также – низкие уровни заболеваемости раком предстательной железы (в 8,9 раза), которые имеют «достаточную» степень эпидемиологической доказательности, по критериям IARC ($p < 0,05$). В тоже время, с «ограниченной» степенью эпидемиологической доказательности, у работников-мужчин отмечается повышение заболеваемости по сравнению с популяционными уровнями раком печени (в 4,5 раза), гортани (в 4,0 раза), губы (в 2,7 раза), полости рта

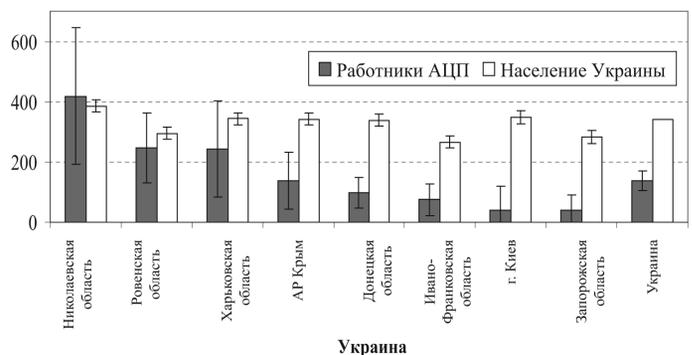


Рис. 1. Среднегодовая общая онкологическая заболеваемость работников АЦП (1995–2011 гг.) в сравнении с заболеваемостью населения областей (2010 г.) (на 100 тыс. соответствующего контингента).

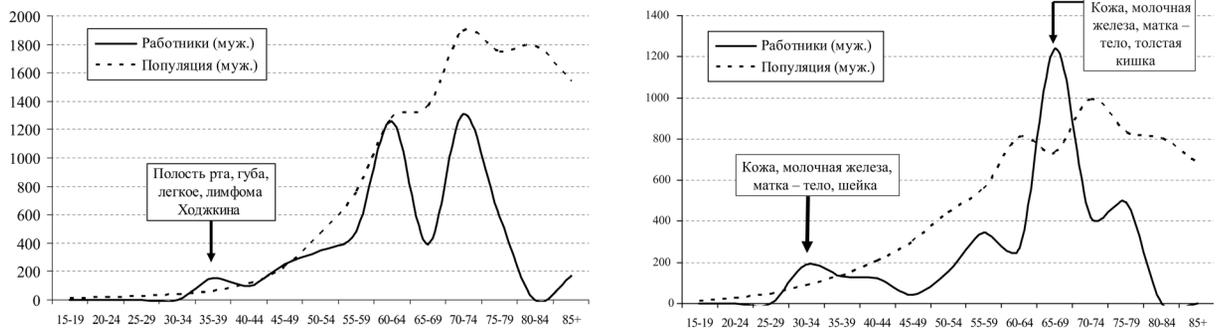


Рис. 2. Половозрастное распределение общей онкологической заболеваемости работников АЦП (1995–2011 гг.) в сравнении с заболеваемостью населения Украины (2010 г.) (на 100 тыс. соответствующего контингента).

(в 2,0 раза), желудка (в 1,8 раза), кожи (1,4 раза), легкого (в 1,2 раза), мочевого пузыря (в 1,1 раза) ($p > 0,05$). Уровни заболеваемости другими обнаруженными ЗН (рак толстой и прямой кишки, почки, головного мозга, поджелудочной железы, лейкоз хронический) находились ниже популяционного уровня. Случаев злокачественной меланомы у мужчин-работников АЦП – не выявлено (табл. 2):

- среди работниц-женщин, с «ограниченной» степенью эпидемиологической доказательности, отмечено повышение заболеваемости (по

сравнению с популяционным уровнем) раком печени (в 20,6 раза), почки (3,9 раза), толстой и прямой кишки (в 3,6 раза), лимфомы Ходжкина (в 1,4 раза), рака молочной железы (в 1,2 раза), тела матки (в 1,6 раза), кожи (в 1,2 раза), яичника (в 1,9 раза), меланомы кожи (в 1,1 раза) ($p > 0,05$). Уровни заболеваемости другими обнаруженными ЗН (рак шейки матки, желудка, головного мозга) были ниже популяционного уровня. Случаев рака гортани, легкого, глотки, злокачественной меланомы у женщин-работниц АЦП – не выявлено (табл. 3).

Таблица 2

Стандартизованные по-возрастные уровни среднегодовой онкологической заболеваемости работников-мужчин АЦП Украины (1995–2011 гг.) (на 100 тыс. соответствующего контингента)

Локализации ЗН	Стандартизованный показатель (половозрастная структура населения соответственно Всеукраинской переписи населения 2001 г.)			Степень доказательности связи работ. на АЦП (критерии IARC)
	АЦП	Популяция (2009)	p	
Лимфома Ходжкина	61,86±41,11	2,4±0,1	<0,05	«Достаточная»
Бронхи и легкое*	54,67±18,98	46,3±0,4	>0,05	«Ограниченная»
Гортань*	31,80±32,95	8,0±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Кожа	34,52±19,31	24,4±0,3	>0,05	«Ограниченная»
Желудок	39,72±19,63	22,4±0,3	>0,05	«Ограниченная»
Мочевой пузырь	14,09±13,39	13,0±0,3	>0,05	«Ограниченная»
Печень	13,64±38,65	3,0±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Полость рта	13,17±29,48	6,8±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Губа	6,56±30,72	2,4±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Толстая и прямая кишка	4,09±8,58	14,8±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Почка	4,09±10,57	10,5±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Лейкоз хронический	2,69±8,58	7,5±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Головной мозг	2,69±10,57	5,2±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Поджелудочная железа	2,43±8,15	8,4±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Предстательная железа	2,27±7,88	20,2±0,3	<0,05	«Достаточная»
Мезотелиома*	0,0	0,5±0,1	–	Отсутствует
Всего	468,37±112,90	255,2±1,0	<0,05	«Достаточная»

Примечание. Здесь и в табл. 3: * органы-мишени с «достаточной» эпидемиологической доказательностью возникновения ЗН под воздействием пыли асбеста (по данным IARC, 2012 г.).

Таблица 3

Стандартизованные по-возрастным уровням среднегодовой онкологической заболеваемости работниц-женщин АЦП Украины (1995–2011 гг.) (на 100 тыс. соответствующего контингента)

Локализации ЗН	Стандартизованный показатель (половозрастная структура населения соответственно Всеукраинской переписи населения 2001 г.)			Степень доказательности связи работ. на АЦП (критерии IARC)
	АЦП	Популяция (2009)	p	
Молочная железа	46,60±33,97	39,4±0,3	>0,05	«Ограниченная»
Толстая и прямая кишка	38,63±30,93	10,8±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Печень	26,79±25,76	1,3±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Матка – тело	26,50±25,62	16,4±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Кожа	23,00±23,87	19,5±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Почка	20,52±22,55	5,2±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Яичник*	20,28±22,41	10,4±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Матка (шейка)	10,52±16,14	14,6±0,2	>0,05	«Ограниченная»
Желудок	7,81±13,91	9,1±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Меланома кожи	7,59±13,71	7,0±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Головной мозг	3,50±9,31	3,7±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Лимфома Ходжкина	3,21±8,92	2,3±0,1	>0,05	«Ограниченная»
Гортань*	0,0	0,3±0,01	–	Отсутствует
Бронхи и легкое*	0,0	6,2±0,01	–	Отсутствует
Мезотелиома*	0,0	0,2±0,01	–	Отсутствует
Глотки	0,0	0,7±0,01	–	Отсутствует
Всего	217,49±73,33	189,8±0,7	<0,05	«Достаточная»

Результаты аналитического эпидемиологического исследования («случай – контроль») свидетельствуют, что среди работников АЦП отношения шансов (OR) возникновения всех ЗН, в зависимости от места их работы, наибольшее: на складе (OR = 5,95, p < 0,01), в ремонтной службе (OR = 1,39, p < 0,01), в шиферном цеху (OR = 1,21, p > 0,05), в транспортной службе (OR = 1,52, p > 0,05) (табл. 4).

Среди следующих профессиональных групп работников АЦП повышено отношение шансов возникновения онкологической патологии: подсобный рабочий (OR = 2,94; p < 0,01), слесарь-ремонтник

(OR = 2,93; p < 0,01), дозирщик (OR = 2,88; p < 0,01), сварщик (OR = 1,68; p > 0,05), кладовщик (OR = 1,38; p > 0,05), водитель (OR = 1,20; p > 0,05), машинист (OR = 1,18; p > 0,05) и стропальщик крана (OR = 1,16; p > 0,05) (табл. 5).

При анализе возникновения ЗН в органах мишенях, при экспозиции пылью хризотилового асбеста на рабочем месте, выявлено повышение отношения шансов (OR) для рака: гортани (OR = 5,02; 95 % CI 0,53–117,92, p > 0,05), яичника (жен.: OR = 4,84; 95 % CI 0,30–77,38, p > 0,05) и толстой и прямой кишки (OR = 1,26; 95 % CI 0,13–12,40, p > 0,05). Для остальных – рак легкого, яичника, желудка,

Таблица 4

Отношения шансов (OR) общей онкологической заболеваемости работников АЦП, в зависимости от производственных участков, на которых они работают (1995–2011 гг.)

Производственное подразделение	Заболеваемость (на 100 тыс. работающих)	OR (95 % CI)	p
Склад	840,3	5,95 (2,97–11,94)	<10 ⁻⁷
Ремонтная служба	288,6	1,39 (1,42–3,72)	<10 ⁻³
Шиферный цех	108,8	1,21 (0,70–2,09)	>0,05
Транспортная служба	235,3	1,52 (0,56–4,17)	>0,05
Дозировочно-подготовительное отделение	258,6	0,74 (0,43–1,28)	>0,05
Другие службы	146,1	0,11 (0,04–0,31)	<10 ⁻⁷

Таблиця 5

Отношения шансов (OR) общей онкологической заболеваемости работников АЦП, в зависимости от их профессиональных групп (1995–2011 гг.)

Профессиональная группа	Заболеваемость (на 100 тыс. работающих)	OR (95 % CI)	P
Подсобный рабочий	452,5	2,94 (1,09–8,13)	<10 ⁻²
Слесарь-ремонтник	386,4	2,93 (1,72–4,99)	<10 ⁻⁴
Дозировщик	420,2	2,88 (1,38–6,00)	<10 ⁻³
Сварщик	261,4	1,68 (0,41–6,82)	>0,05
Кладовщик	215,2	1,38 (0,44–4,38)	>0,05
Водитель	187,7	1,20 (0,38–3,81)	>0,05
Машинист крана	183,8	1,18 (0,43–3,22)	>0,05
Стропальщик крана	181,9	1,16 (0,37–3,68)	>0,05
Оператор заготовительного отделения	117,0	0,72 (0,33–1,56)	>0,05
Машинист ЛФМ	67,1	0,67 (0,36–1,25)	>0,05
Грузчик	97,5	0,60 (0,19–1,91)	>0,05
Электрослесарь	85,9	0,52 (0,19–1,42)	>0,05
Другие	64,1	0,33 (0,16–0,69)	<10 ⁻³

отношение шансов не повышено (OR < 1,00).
Случаев мезотелиомы, рака глотки и пищевода — не обнаружено ни в одной из исследуемых групп работников АЦП (табл. 6).

Доказано, что органами-мишенями для возникновения ЗН под воздействием пыли асбеста являются органы дыхания (глотка, бронхи и легкое, плевра). Соответственно данным IARC, причины ЗН в данных органах мультифакториальны (табл. 7).

Действительно, возникновение рака глотки, бронхов и легкого, мезотелиомы плевры связывают с экспозицией асбестом. Однако имеются и другие общие, более весомые, факторы риска — возраст, генетическая детерминация (наследственная предрасположенность), хроническая патология в данных органах, особенности образа жизни (активное и пассивное курение табака, злоупотребление алкогольными напитками). А также средовое и профессио-

Таблиця 6

Отношения шансов (OR) онкологической заболеваемости работников АЦП, экспонированных хризотилowym асбестом на рабочем месте (1995–2011 гг.)

Степень доказательности	Локализация	Количество случаев ЗН		OR (95 % CI)	P
		Количество работающих (чел.-лет)			
		Асбест (+)	Асбест (-)		
«Достаточная»	Рак гортани	4 20260	1 25431	5,02 (0,53–117,92)	>0,05
	Рак бронхов и легкого	4 20260	10 25422		
	Мезотелиома плевры, брюшины, перикарда	0	0	0,00	–
	Рак яичника (жен.)	1 2652	[1] * 12832	4,84 (0,30–77,38)	>0,05
«Ограниченная»	Рак глотки	0	0	0,00	–
	Рак пищевода	0	0	0,00	–
	Рак желудка	2 20252	4 25428	0,63 (0,08–3,95)	>0,05
	Рак толстой и прямой кишки	2 20262	2 25430	1,26 (0,13–12,40)	>0,05

Примечание. *Потенциальный риск, рассчитанный из показателя заболеваемости в популяции населения.

Таблиця 7

**Причины возникновения злокачественных новообразований органов дыхания
(по данным IARC, 2012 г.)**

Канцерогенные факторы	Рак гортани	Рак бронхов и легкого	Мезотелиома
<i>Биологические факторы</i>			
Возраст	+	+	+
Генетическая предрасположенность (количество генов-детерминантов рака, известных на 01.04.2012 г. – 6811)	38 (0,5 %)	1634 (24,0 %)	107 (1,6 %)
Хроническое воспаление в органе-мишени	+	+	+
<i>Образ жизни</i>			
Активное и пассивное курение табака	+	+	–
Злоупотребление алкоголем	+	–	–
<i>Физические агенты</i>			
Ионизирующее излучение, радон-222	–	+	+
<i>Химические агенты</i>			
Асбест	+	+	+
Аэрозоли неорганических кислот, содержащие серную кислоту	+	–	–
Бериллий и его соединения	–	+	–
Бис(хлорметиловый), хлорметилметиловый эфиры	–	+	–
Диоксин (2,3,7,8-TCDD)	–	+	–
Кадмий и его соединения	–	+	–
Кристаллический диоксид кремния (кварц)	–	+	–
Мышьяк и его соединения	–	+	–
Никеля соединения	–	+	–
Полициклические ароматические углеводороды	–	+	–
Углеродные нанотрубки	–	–	+
Хрома (VI) соединения	–	+	–
Эрионит	–	+	+
<i>Биологические агенты</i>			
Вакуолизирующий обезьяний вирус (SV40)	–	–	+
Человеческий папилломавирус (HPV), типы	6, 11, 16, 18	–	16

нальное воздействие ряда физических, химических и биологических канцерогенных агентов, которые могут быть причиной возникновения ЗН.

Так, в технологическом процессе АЦП присутствует экспозиция работников не менее чем тремя химическими канцерогенными агентами I группы (по классификации IARC) – пылью хризотилового асбеста и кремния диоксида (кварца) (которые являются сырьем для производства АЦИ), а также спектр полициклических ароматических углеводородов (в т. ч. бенз(а)пирен) (которые могут образовываться в результате горения природного газа, используемого для сушки АЦИ) (табл. 7).

Данные J. T. Hodgson et al. (2000 г.) свидетельствует, что канцерогенный потенциал хризотилового асбеста меньший, чем амфиболовых асбестов в возникновении: мезотелиомы – в 100 раз (амозит), в

500 раз (крокидолит); рака легких – в 10 раз (амозит), в 50 раз (крокидолит) [9].

Исследования M. Dodie Fikfak (2003 г.) также свидетельствуют, что хризотилового асбеста имеет в 40 раз меньший канцерогенный потенциал в возникновении рака легких и мезотелиомы, чем амфиболовые асбесты [7].

С использованием методики Агентства по охране окружающей среды США (US EPA) (документ EPA/600/8-87/045) проведены расчеты индивидуального канцерогенного риска (ICR) у работников АЦП, по показателям загрязнения рабочей зоны пылью хризотилового асбеста. US EPA оценивает канцерогенный потенциал (по Unit Risk – UR_i) асбестов (без указания их вида), для возникновения мезотелиомы и рака легких, на уровне – 0,23 вол/см³ · год [6].

Учитывая то, что в экспериментальных условиях для определения канцерогенного потенциала преимущественно использовались амфиболовые асбесты, то нами для оценки индивидуального канцерогенного риска для работников АЦП, подвергающихся экспозиции на рабочем месте пылью хризотилового асбеста, использовался понижающий коэффициент ингаляционного единичного риска — 40,0 (по данным М. Dodie Fikfak, 2003 г.), для расчетов ICR принят UR_i на уровне $5,8 \cdot 10^{-3}$ вол/см³·год.

Установлено, что при стаже наблюдения (17 лет) работники всех основных профессий (дозировщик, оператор заготовительного отделения, машинист листоформовочной машины (ЛФМ) имеют «безопасный» индивидуальный канцерогенный риск ($ICR \leq 10^{-5}$). А на уровне нормативной длительности страхового стажа для назначения пенсии по возрасту в минимальном размере (муж. — 35 лет) [Закон України «Про загальнообов'язкове державне пенсійне страхування»] индивидуальный канцерогенный риск находится на «безопасном» уровне — у машинистов ЛФМ, на «приемлемом» для профессиональной экспозиции ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$) — у дозировщиков и операторов заготовительного отделения (табл. 8). Соответственно, безопасный уровень среднесменной концентрации волокон хризотилового асбеста в воздухе рабочей зоны АЦП не должен превышать $6,5$ вол/см³·год. (при стаже — 35 лет, длительности рабочей смены — 8 часов, объеме легкой вентиляции в течение рабочей смены — 10 м³, количестве рабочих дней в году — 249 дней).

При оценке канцерогенного риска для работников АЦП, обусловленного экспонированием на рабочем месте пылью кремния диоксидом (SiO_2) ($ICR = 8,9 \cdot 10^{-4}$ мг/м³ [8]) установлено, что у работников всех основных профессий индивидуальный канцерогенный риск «приемлемый» ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$), как при стаже наблюдения (17 лет), так и для страхового стажа для назначения пенсии по возрасту (35 лет) (табл. 9).

Проведенными расчетами популяционного канцерогенного риска (PCR), формируемого профессиональной экспозицией работников основных профессий АЦП пылью хризотилового асбеста и кристаллического кремния диоксида (кварца), установлено, что ожидаемое количество дополнительных случаев рака в органах-мишенях (гортани, бронхов и легких, мезотелиомы плевры) составляет — 0,34 случая за 35 лет или 1,34 случая на 100 тыс. экспонированных в год. Распределение ожидаемых случаев заболеваемости по этиологическому риску составляет за счет хризотилового асбеста — 32,3 %, кристаллического кремния диоксида — 67,7 % (табл. 10). Соответственно этому, ожидаемое количество случаев рака в органах мишенях за 17 лет наблюдения составляет 0,16 случая (в т. ч. за счет хризотилового асбеста — 0,05).

За 17-летний период наблюдения среди работников АЦП нами зарегистрировано 5 случаев рака гортани, 14 — бронхов и легкого, 0 — мезотелиомы, 19 — суммарно. Из них: 4 (80,0 % всех

Таблица 8

Индивидуальный канцерогенный риск для работников АЦП, обусловленный их профессиональной экспозицией хризотилловым асбестом

Профессиональная группа	Стаж работы (лет)		Среднесменные концентрации асбестовых волокон (вол/см ³)	ICR*	Канцерогенный риск для профессиональной экспозиции
	Набл.	Макс.			
Дозировщик	Набл.	17	0,09–0,72	$1,9 \cdot 10^{-4}$ ($4,3 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-4}$)	«Безопасный»
	Макс.	35,0		$4,0 \cdot 10^{-4}$ ($8,9 \cdot 10^{-5} - 7,1 \cdot 10^{-4}$)	«Приемлемый»
Оператор заготовительного отделения	Набл.	17,0	0,09–0,12	$5,0 \cdot 10^{-5}$ ($4,3 \cdot 10^{-5} - 5,8 \cdot 10^{-5}$)	«Безопасный»
	Макс.	35,0		$1,0 \cdot 10^{-4}$ ($8,9 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-4}$)	«Приемлемый»
Машинист ЛФМ	Набл.	17	0,09–0,11	$4,8 \cdot 10^{-5}$ ($4,3 \cdot 10^{-5} - 5,3 \cdot 10^{-5}$)	«Безопасный»
	Макс.	35,0		$9,9 \cdot 10^{-5}$ ($8,9 \cdot 10^{-5} - 1,1 \cdot 10^{-4}$)	«Безопасный»

Примечание. * $UR_i - 5,8 \cdot 10^{-3}$ вол/см³·год.

Таблица 9

Индивидуальный канцерогенный риск для работников АЦП, обусловленный профессиональной экспозицией кристаллическим кремнием диоксидом (кварцем) (SiO_2)

Профессиональная группа	Стаж работы (лет)		Среднесменные концентрации SiO_2 ($\text{мг}/\text{м}^3$)	ICR *	Канцерогенный риск для профессиональной экспозиции
	Набл.	Макс.			
Дозировщик	Набл.	17,0	2,2–7,0	$3,3 \cdot 10^{-4}$ ($1,6 \cdot 10^{-4}$ – $5,0 \cdot 10^{-4}$)	«Приемлемый»
	Макс.	35,0			
Оператор заготовительного отделения	Набл.	17,0	0,8–2,9	$1,3 \cdot 10^{-4}$ ($5,7 \cdot 10^{-5}$ – $2,1 \cdot 10^{-4}$)	«Приемлемый»
	Макс.	35,0			
Машинист ЛФМ	Набл.	17,0	0,6–2,6	$1,1 \cdot 10^{-4}$ ($4,3 \cdot 10^{-5}$ – $1,9 \cdot 10^{-4}$)	«Приемлемый»
	Макс.	35,0			

Примечание. * $UR_i - 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ мг}/\text{м}^3 \cdot \text{год}$ [8].

Таблица 10

Популяционный канцерогенный риск (PCR) для работников АЦП, обусловленный профессиональной экспозицией пылью хризотил-асбеста (ХА) и кристаллического кремния диоксида (SiO_2)

Профессиональная группа	Количество работающих	Индивидуальный канцерогенный риск (ICR)			Популяционный канцерогенный риск (PCR)
		ХА	SiO_2	ХА + SiO_2	
Дозировщик	112	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,12
Оператор заготовительного отделения	352	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	0,13
Машинист ЛФМ	263	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	0,09
Всего дополнительных случаев рака органов дыхания за 35 лет:					0,34 (100,0 %)
– за счет ХА					0,11 (32,3 %)
– за счет SiO_2					0,23 (67,7 %)
– на 100 тыс. экспонированных в год					1,34

случаев данной локализации) случая – рак гортани, 4 (28,6 %) – бронхов и легкого, 0 – мезотелиомы, 8 (42,1 %) – суммарно зафиксированы среди работников основных профессий (дозировщик, оператор заготовительного отделения, машинист ЛФМ), которые подвержены выраженному воздействию на рабочем месте пыли хризотилового асбеста и кристаллического кремния диоксида. Таким образом, частота ЗН в органах-мишенях работников основных вредных профессий АЦП составляет 0,47 случая-год. Если принять во внимание мультифакторность данной патологии (см. табл. 7), то предполагаемый вклад экспозиции работников АЦП изучаемыми профессиональными канцерогенными факторами в развитие патологии в течение 17 лет не превышает – 34,0 % (в т. ч. за счет хризотилового асбеста – 10,6 %).

Выводы

Работники АЦП подвергаются на рабочем месте экспозиции не менее чем двумя производственными канцерогенными агентами I группы (по классификации IARC) – производственной пылью, содержащей хризотиловый асбест и кристаллический кремний диоксид (кварц). Эти канцерогенные агенты могут вызывать злокачественные новообразования в органах дыхания – рак бронхов и легких, а асбест – рак гортани и мезотелиому (плевры, брюшины).

17-летним эпидемиологическим исследованием установлено, что стандартизированные половозрастные показатели общей онкологической заболеваемости и ЗН в органах-мишенях для хризотилового асбеста среди работников АЦП не превышают популяционных уровней.

«Достаточною» степенью эпидемиологической доказательности, по критериям IARC, имеют следую-

щие стандартизованные половозрастные показатели заболеваемости среди работников-мужчин: высокие уровни заболеваемости — лимфомой Ходжкина (в 25,8 раза, по сравнению с популяционным уровнем); низкие — раком предстательной железы (в 8,9 раз).

Результаты эпидемиологического исследования «случай — контроль» показали, что в зависимости от экспозиции асбестом работников АЦП отношения шансов (OR) возникновения всех ЗН наибольшее для работающих на складе (5,95) и в ремонтной службе (1,39) ($p < 0,01$), а также среди профессиональных групп — подсобный рабочий (2,94), слесарь-ремонтник (2,93), дозировщик (2,88) ($p < 0,01$); возникновение ЗН в органах-мишенях достоверно повышено лишь для рака гортани (5,02) ($p < 0,01$).

Установлено, что индивидуальный канцерогенный риск хризотилового асбеста (при $UR_i = 5,8 \cdot 10^{-3}$ вол/см³·год) и кристаллического кремния диоксида (при $UR_i = 8,9 \cdot 10^{-4}$ мг/м³·год) для работников основных профессий АЦП (дозировщик, оператор заготовительного отделения, машинист ЛФМ) при стаже работы 35 лет находится на уровне «приемлемого» для профессиональной экспозиции ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$), а популяционный канцерогенный риск возникновения ЗН в органах-мишенях составляет 0,34 случая за 35 лет (1,34 на 100 тыс. экспонированных в год), и формируется за счет хризотилового асбеста на 32,3 %, кристаллического кремния диоксида на 67,7 %.

Соответственно методическим рекомендациям АМН Украины и МЗ Украины «Оценка возникновения и управления рисками производственно-обусловленных заболеваний и травм на рабочем месте» (Киев, 2010 г.) АЦП можно отнести к производствам, на которых в технологическом процес-

се используются канцерогенные агенты I группы (хризотилловый асбест и кристаллический кремний диоксид (кварца) и имеется высокий потенциальный риск (степень — IV–V) возникновения производственно обусловленных заболеваний у работников основных профессий при несоблюдении гигиенических условий труда.

Таким образом, для улучшения контроля управления канцерогенными рисками на АЦП целесообразно:

- продолжить эпидемиологическое наблюдение за работниками АЦП не менее чем до 35 лет наблюдения. Провести оценку канцерогенной опасности для работников полициклических ароматических углеводородов;
- произвести герметизацию всех технологических процессов АЦП, обеспечить эффективную работу систем принудительной вентиляции и влажную уборку производственных помещений;
- усилить контроль за условиями труда, в части загрязнения воздуха рабочей зоны пылью хризотилового асбеста и кристаллического диоксида кремния;
- усилить мероприятия по охране труда и обеспечению работников средствами индивидуальной защиты (респираторами);
- обеспечить реализацию мероприятий по медицинскому надзору за состоянием здоровья и реабилитации работников, подвергающихся воздействию пыли канцерогенных веществ;
- усилить санитарно-просветительскую и воспитательную работу по профилактике табакокурения и злоупотребления алкогольных напитков, вовлечению к ведению здорового образа жизни и рационализации питания работников.

В. И. Чернюк, Т. К. Кучерук, И. П. Лубянова [и др.] — К.: Авицена, 2008. — 36 с.

5. Asbestos (chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite, and anthophyllite) / In: A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts // IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. — 2012. — V. 100 C. — Доступ на сайте: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-11.pdf>.

6. Asbestos / UA EPA. — Доступ на сайте: <http://www.epa.gov/iris/subst/0371.htm>.

7. Dodie Fikfak M. The amphibole hypothesis — a nested case-control study of lung cancer and exposure to chrysotile and amphiboles / M. Dodie Fikfak // Arh. Hig. Rada. Toksikol. — 2003. — № 54. — P. 169–176.

Литература

1. Кундієв Ю. І. Професійний рак: епідеміологія та профілактика / Ю. І. Кундієв, А. М. Нагорна, Д. В. Варивончик. — К.: Наукова думка, 2008. — 336 с.

2. Лубянова И. П. Проблема асбестообусловленных заболеваний в Украине / И. П. Лубянова, А. В. Басанец, Т. А. Остапенко [и др.] // Вісник морської медицини. — 2007. — № 2-3. — С. 45–50.

3. Нагорная А. М. Онкологическая заболеваемость работников асбестоцементных производств / А. М. Нагорная, Ю. И. Кундієв, Д. В. Варивончик [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2008. — № 3. — С. 27–33.

4. Чернюк В. И. Возможно ли безопасное использование хризотилового асбеста? Опыт Украины /

8. Goldsmith D. F. Comparative cancer potency for silica from extrapolations of human and animal findings / D. F. Goldsmith, R. P. Ruble, C. O. Klein // Scand. J. Work. Environ. Health. – 1995. – V. 21, Suppl. 2. – P. 104–107.

9. Hodgson J. T. The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure / J. T. Hodgson, A. Darnton // Ann. Occup. Hyg. – 2000. – V. 44, № 8. – P. 565–601.

Варивончик Д. В.

ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ АЗБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ

ДУ «Інститут медицини праці НАМН Україна», м. Київ

Працівники азбестоцементного виробництва (АЦП) піддаються на робочому місці експозиції не менш як двох виробничих канцерогенних агентів I групи (за класифікацією IARC) – виробничим пилом, що містить хризотиловий азбест і кристалічний кремній діоксид (кварц). 17-річним епідеміологічним дослідженням встановлено, що стандартизовані статеві показники загальної онкологічної захворюваності та злоякісних новоутворень (ЗН) в органах-мішенях для хризотилового азбесту серед працівників АЦП не перевищують популяційних рівнів. «Достатній» ступінь епідеміологічної доказовості, за критеріями IARC, мають такі стандартизовані статеві показники захворюваності серед працівників-чоловіків: високі рівні захворюваності – лімфомаю Ходжкіна (25,8 разу в порівнянні з популяційним рівнем); низькі – на рак передміхурової залози (у 8,9 разу). Результати епідеміологічного дослідження «випадок – контроль» показали, що в залежності від експозиції азбестом працівників АЦП відношення шансів (OR) виникнення всіх ЗН найбільше для працюючих на складі (5,95) і в ремонтній службі (1,39) ($p < 0,01$), а також серед професійних груп – підсобний робітник (2,94), слюсар-ремонтник (2,93), дозувальник (2,88) ($p < 0,01$); виникнення ЗН в органах-мішенях достовірно підвищено лише для раку гортані (5,02) ($p < 0,01$). Індивідуальний канцерогенний ризик хризотилового азбесту й кристалічного кремнію діоксиду для працівників основних професій АЦП (при стажі 35 років) знаходиться на рівні «прийняттого» для професійної експозиції ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$), а популяційний канцерогенний ризик виникнення ЗН в органах-мішенях становить 0,34 випадки за 35 років (1,34 на 100 тис. експонованих на рік), і формується за рахунок хризотилового азбесту на 32,3 %, кристалічного кремнію діоксиду на 67,7 %. Для поліпшення контролю та управління канцерогенними ризиками на АЦП запропоновано рекомендації.

Ключові слова: азбест, азбестоцементне виробництво, рак, канцерогенний ризик

Varyvonchik D. V.

ASSESSMENT OF CARCINOGENIC HAZARD IN ASBESTOS-CEMENT PRODUCTION IN UKRAINE

SI «Institute of Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kiev

Workers of asbestos-cement production (ACP) are exposed at workplace to no less than two production carcinogenic agents of the 1st group (by IARC Classification) – by industrial dust, containing chrysotile asbestos and crystal silicon dioxide (quartz). 17-year epidemiological studies shows, that standardized sex-aged indices of the general cancer morbidity and malignant neoplasm (MN) in target organs for chrysotile asbestos among ACP workers do not exceed population levels. The following standardized sex-aged indices for male workers demonstrate the «sufficient» degree of epidemiological evidence, by IARC criteria: high morbidity rates of Hodgkin's lymphoma (25,8 times more as compared with the population level); low rates – prostate cancer (8,9 times). The results of epidemiological «case – control» studies showed, that depending on the ACP workers exposure to asbestos the occurrence of OR for all MN was recorded at most in storehouse workers (5,95) and in maintenance personnel (1,39) ($p < 0,01$) as well as in occupational groups – in general-duties men (2,94), repair-men (2,93), batcher-men (2,88) ($p < 0,01$); the development of MN in target-organs was exceeded significantly only for larynx cancer (5,02) ($p < 0,01$). An individual carcinogenic risk of chrysotile asbestos and crystal silicon dioxide for ACP workers of main professions (for 35 years of the work experience) is at «acceptable» level for the occupational exposure ($ICR = 10^{-4} - 10^{-3}$) and the population carcinogenic risk of MN in target organs is 0,34 case for 35 years (1,34 per 100 000 exposed workers per year), developing due to chrysotile asbestos – by 32,3 %, to crystal silicon dioxide – by 67,7 %. Recommendations have been proposed for improvement of the control of risk management at ACP.

Key words: asbestos, asbestos-cement production, cancer, carcinogenic risk

Поступила: 06.04.2012 г.

Контактное лицо: Варивончик Денис Витальевич, докт. мед. наук, заведующий лабораторией канцерогенной опасности и профилактики профессионального рака, ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», ул. Саксаганского, 75, г. Киев, 01033. Тел.: (44) 289-47-77. E-mail: dv7@ukr.net