

# ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

---

УДК 616.24-036.12:613.63.4  
DOI: 10.17816/pmj37661-70

## ХРОНИЧЕСКАЯ ОБСТРУКТИВНАЯ БОЛЕЗНЬ ЛЕГКИХ У РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

*Л.А. Паначева\*, Л.А. Шпагина*

*Новосибирский государственный медицинский университет, Россия*

## CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE AMONG WORKERS EXPOSED TO INDUSTRIAL AEROSOLS: LITERATURE REVIEW

*L.A. Panacheva\*, L.A. Shpagina*

*Novosibirsk State Medical University, Russian Federation*

---

Представлен обзор литературы по формированию хронической обструктивной болезни легких в условиях воздействия промышленных аэрозолей. Показаны высокая частота профессиональных респираторных вредностей, характеристика заболеваний вследствие воздействия загрязнением воздуха производственными и бытовыми поллютантами, аллергенами и токсическими веществами в различных профессиональных группах, а также основные условия для развития пылевой патологии легких.

**Ключевые слова.** Хроническая обструктивная болезнь легких, промышленные аэрозоли.

The article presents a literature review regarding the formation of chronic obstructive pulmonary disease in conditions of the exposure of industrial aerosols. It shows a high frequency of occupational respiratory hazards, characterizes the diseases caused by air pollution with industrial and indoor pollutants, allergens and toxins in different occupational groups as well as basic conditions for development of dust pathology of the lungs.

**Keyword.** Chronic obstructive pulmonary disease, industrial aerosols.

---

© Паначева Л.А., Шпагина Л.А., 2020

тел. +7 923 249 83 45

e-mail: LAP232@yandex.ru

[Паначева Л.А. (\*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор; Шпагина Л.А. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой госпитальной терапии и медицинской реабилитации].

© Panacheva L.A., Shpagina L.A., 2020

tel. +7 923 249 83 45

e-mail: LAP232@yandex.ru

[Panacheva L.A. (\*contact person) – MD, PhD, Professor; Shpagina L.A. – MD, PhD, Professor, Head of Department of Hospital Therapy and Medical Rehabilitation].

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) выявляется у 6,0 % взрослого населения Земли [1, 2]. Ежегодно от этого заболевания умирает около 2,8 млн человек, составляя 4,8 % всех причин летальных исходов [3]. Предикторами плохой выживаемости пациентов являются степень выраженности бронхообструктивного синдрома, системное воспаление, нарушение пищевого статуса, снижение толерантности к физической нагрузке по результатам теста 6-минутной ходьбы, частота и тяжесть обострений, легочная гипертензия [4].

В течение последних лет в Российской Федерации удельный вес лиц, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 45,0–49,2 % [5]. По данным мониторинга условий и охраны труда в России [6] под воздействием нагревающего и охлаждающего микроклимата, а также промышленных аэрозолей (ПА) трудятся 5,3 и 4,6 % рабочих соответственно.

Заболевания респираторной системы, вызванные загрязнением воздушной среды производственными и бытовыми поллютантами, аллергенами и токсическими веществами, диагностируются в 17–63 % случаев. Доказанным фактом считается связь между длительной экспозицией промышленными аэрозолями (ПА), независимо от фактора курения, и развитием бронхиальной обструкции [7–10]. Основными причинами, вызывающими профессиональные заболевания респираторной системы, являются неудовлетворительные условия труда. Так, при добыче каменного и бурого угля, торфа они выявлены в 79,7 % случаев; в металлургическом производстве – в 71,0 %; при добыче металлических руд – в 69,9 %.

По данным Н.Н. Мазитовой [11], частота ХОБЛ среди 1397 рабочих промышленных

предприятий составляет 7,5 %, хронического бронхита (ХБ) – 12,1 %. Обнаружена зависимость «доза – эффект» между уровнями воздействия ПА и формированием ХОБЛ. Степень влияния курения на развитие заболевания в когорте рабочих варьируется от 5 до 40 %. При этом вклад концентрации ПА в вероятность развития ХОБЛ статистически значительно нарастает с увеличением класса условий труда. Так, при контакте с низкими концентрациями ПА (классы условий труда 2 и 3.1) вероятность развития профессиональных заболеваний легких практически не меняется, при классе условий труда 3.2 возрастает на 30 %, при классах 3.3 – 3.4 – на 44 %.

Развитию заболеваний дыхательной системы у работников предприятий черной и цветной металлургии способствуют вредные производственные факторы – повышенная интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и открытых источников, повышенный уровень шума, высокая запыленность и загазованность, аллергены, раздражающие и токсический вещества. Доля рабочих мест, находящихся в условиях воздействия вредных и опасных факторов, превышающих гигиенические нормативы, составляет в среднем 70–80 % [12]. Среди работающих в металлургическом производстве при воздействии пыли ванадийсодержащих шлаков, свободного диоксида кремния, оксида марганца и мелкодисперсной пыли чаще диагностируется патология нижних дыхательных путей [13].

Воздействие токсических аэрозолей способствует развитию химического повреждения трахеобронхиального дерева, системного воспаления с увеличением концентрации провоспалительных цитокинов (IL-8, tumor necrosis factor  $\alpha$ ). При этом курение –

как основной фактор риска непрофессиональной ХОБЛ – способствует развитию лишь системного воспаления [14, 15]. Клиническая картина ХОБЛ от действия ПА характеризуется преимущественным развитием эмфиземы легких при наличии легкой степени обструктивного синдрома и легочной гипертензии I степени [16].

К ПА, способствующим развитию профессиональной ХОБЛ, относятся пары, газы, пыли, дымы [17, 7, 18–23]; сварочный аэрозоль, содержащий диоксид азота, диоксид серы, озон, марганец, 6-валентный хром и его компоненты [24, 25], кварцсодержащая пыль [26–31], токсичный газ и масляный туман [32, 33], органическая пыль птицефабрик и свиноферм, зерновая и хлопковая [34, 35, 18], угольная [36–38], металлическая пыль и пары металлов [39], диизоцианаты [40, 41], продукты горения [42, 43], индий [44], выхлопные газы дизельных двигателей [45] и кадмий [46, 47].

В настоящее время наиболее часто ХОБЛ формируется под воздействием смешанных аэрозолей (пыль, газы, пары), составляющих 19,0–56,0 %, реже – других (таблица).

**Частота развития ХОБЛ  
под воздействием промышленных  
аэрозолей [7, 8, 11, 13, 17, 21, 22,  
25, 27, 31, 40, 46]**

Промышленные аэрозоли	Частота, %
Органическая пыль (сельскохозяйственная, текстильная, древесная)	14,0–26,8
Неорганическая пыль (кварц, асбест, ванадий, кобальт, уголь и др.)	17,9–19,0
Смешанные аэрозоли (пыль, газы, пары)	19,0–56,0
Химические вещества, биологически активные компоненты (кислоты, щелочи, детергенты, пищевые концентраты)	19,0–28,7

Экспозиция аэрозолей на рабочем месте в сочетании с курением способна в 6–8 раз увеличить риск развития ХОБЛ, что послужило основанием для ее включения в список профессиональных заболеваний, утвержденный приказом Минздравсоцразвития России в 2012 г.

Основными условиями для развития пылевой патологии легких являются содержание в зоне дыхания пылевого аэрозоля в концентрациях, превышающих предельно допустимые (4–10 мг/м<sup>3</sup> для частиц размером 5–10 мкм и 2 мг/м<sup>3</sup> для частиц размером ≤ 5 мкм); ежедневное пребывание в запыленных условиях свыше 6 ч в сутки или более 2/3 рабочего времени; ежегодная ингаляция свыше 20 г пыли; экспозиция ПА более 10 лет для ХОБЛ; а также предрасполагающие факторы – курение, неблагоприятные условия проживания и отягощенная наследственность.

К факторам, участвующим в нарушении функции внешнего дыхания и формировании бронхообструктивного синдрома у работников различных пылевых профессий, относятся взаимно усиливающие влияние курение, характер ПА и длительность контакта с производственными поллютантами [7, 48, 49].

Исследование патофизиологической связи клинических проявлений ХОБЛ у рабочих пылевых профессий машиностроительной отрасли показало, что химический состав ПА, воздействующих на них, обуславливает различные клинические проявления вентиляционных нарушений у отдельных профессиональных групп. Так, у литейщиков вследствие преимущественного действия кварцсодержащей пыли на ранних этапах возникает бронхиальная обструкция при малой выраженности воспалительного про-

цесса. Смешанная пыль в процессе работы шлифовщика имеет преимущественно механическое раздражающее влияние, при этом вентиляционные нарушения наблюдаются в меньшей степени. У электросварщиков аэрозоль комбинированного состава оказывает токсическое, раздражающее и сенсibiliзирующее действие. Для них характерны раннее развитие бронхоспастического синдрома, более тяжелое течение заболевания с частым интенсивным кашлем и нарастающими вентиляционными нарушениями. По мере прогрессирования патологии развиваются эмфизема легких и пневмофиброз, что приводит к развитию дыхательной недостаточности [50].

При сочетанном действии табачного дыма и экспозиции никелем в производственных условиях наблюдается потенцированный негативный эффект на органы дыхания, проявляющийся более ранним и частым развитием ХБ. Развитие ХОБЛ у работников никелевой промышленности определяется воздействием курения. При этом авторами не выявлено существенного потенцирующего эффекта производственных аэрополлютантов на формирование заболевания и влияния курения на развитие токсического пневмосклероза [51].

### Выводы

Таким образом, данные литературы свидетельствуют о важности знания этиологических факторов производственной среды, потенцирующих развитие ХОБЛ. В настоящее время доказана связь между длительностью экспозиции к ПА, увеличением класса условий труда и развитием ХОБЛ. Воздействие токсических аэрозолей способствует развитию повреждения трахеобронхиального дерева, системного воспаления,

эмфиземы легких и легочной гипертензии. Основными факторами формирования ХОБЛ среди работников пылевых профессий являются характер ПА, длительность экспозиции производственных поллютантов и потенцирующее влияние курения.

### Библиографический список

1. Akwe J., Fair N. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, Diagnosis, Staging and Management International. J of Clinical and Experimental Med Sciences 2016; 2 (2): 13–25.
2. Global Initiative for chronic obstructive lung disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2017 report), available at: <http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd>.
3. Хроническая обструктивная болезнь легких: клинические рекомендации. Под ред. А.Г. Чучалина. М. 2018; 89.
4. Sulaiman I., Cushen B., Greene G. Objective assessment of adherence to inhalers by COPD patients. Am J Respir Care Med 2017; 195 (10): 1333–1343.
5. Профессиональные заболевания органов дыхания: национальное руководство. Под ред. Н.Ф. Измерова, А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР-Медиа 2015, 792.
6. Мониторинг условий и охраны труда в Российской Федерации в 2015 году. М. 2016; 34.
7. Васильева О.С., Гусаков А.А., Гущина Е.Е., Кравченко Н.Ю. Хроническая обструктивная болезнь легких от воздействия производственных аэрозолей. Пульмонология 2013; 3: 49–55.
8. Шпагина Л.А., Котова О.С., Кармановская С.А., Кузнецова Г.В. Хроническая обструктивная болезнь легких, сформиро-

вавшаяся в условиях действия токсического аэрозоля: биомаркеры. Медицина труда и промышленная экология 2015; 9: 159.

9. Kraïm-Leleu M., Lesage F.X., Drame M., Lebargy F., Deschamps F. Occupational Risk Factors for COPD: A Case-Control Study. PLoS One 2016; 11 (8): e0158719.

10. Шабалкин А.И., Пиктушанская Т.Е., Рабичева И.В. Анализ состояния профессиональной заболеваемости и инвалидности вследствие профессиональных заболеваний в Ростовской области. Совершенствование профпатологической помощи в современных условиях: всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Шахты 2016; 234–237.

11. Мазитова Н.Н. Профессиональные факторы риска хронической обструктивной болезни легких: результаты когортного исследования. Казанский медицинский журнал 2011; 4: 537–541.

12. Гугис Н.Н., Пластинин Б.Г. Внедрение современных методов обеспечения охраны труда и промышленной безопасности. Metallurg 2011; 4: 23–26.

13. Шлятников Д.М., Власова Е.М., Пономарева Т.А. Заболевания органов дыхания у работников металлургического производства. Медицина труда и промышленная экология 2012; 12: 16–19.

14. Бачинский О.Н., Бабкина В.И., Прибылов С.А., Иванов В.П., Трубникова Е.В. Системное воспаление при хронической обструктивной болезни легких профессиональной и непрофессиональной этиологии. Человек и его здоровье 2011; 1: 26–32.

15. Paulin L.M., Diette G.B., Blanc P.D., Putcha N., Eisner M.D., Kammer R.E., Belli A.J., Christenson S., Tashkin D.P., Han M., Barr R.G., Hansel N.N. Occupational exposures are associated with worse morbidity in patients

with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2015; 191: 557–565.

16. Шпагина Л.А., Потеряева Е.Л., Котова О.С., Шпагин И.С., Смирнова Е.Л. Актуальные проблемы пульмонологии в современной профпатологической клинике. Медицина труда и промышленная экология 2015; 9: 11–14.

17. Mehta A.J., Thun G.A., Imboden M., Ferrarotti I., Keidel D., Künzli N., Kromhout H., Miedinger D., Phuleria H., Rochat T., Russi E.W., Schindler C., Schwartz J., Vermeulen R., Luisetti M., Probst-Hensch N. Occupational exposure to dusts, gases, and fumes and incidence of chronic obstructive pulmonary disease in the Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults. Am J Respir Crit Care Med 2012; 185 (12): 1292–1300.

18. Васильева О.С., Кравченко Н.Ю. Хроническая обструктивная болезнь легких как профессиональное заболевание: факторы риска и проблема медико-социальной реабилитации больных. Российский медицинский журнал 2015; 2: 22–26.

19. Hagstad S., Backman H., Bjerg A., Ekerljung L., Hedman L., Kjell Lindberg A., Torén, Lötvall J., Rönmark E., Lundbäck B. Prevalence and risk factors of COPD among never-smokers in two areas of Sweden. Occupational exposure to gas, dust or fumes is an important risk factor. Respir Med 2015; 109 (11): 1439–1445.

20. Lee S.J., Kim S.W., Kong K.A., Ryu Y.J., Lee J.H., Chang J.H. Risk factors for chronic obstructive pulmonary disease among never-smokers in Korea. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 2015; 10: 497–506.

21. Würtz E.T., Schlämssen V., Malling T.H., Hansen J. G. Occupational COPD Among Danish never-smokers: a population-based study. Occup Environ Med 2015; 72 (6): 456–459.

22. Alif S.M., Dbarmage S.C., Bowatte G., Bowatte G., Karabali A., Benke G., Dennekamp M., Mehta A.J., Miedinger D., Kinzli N., Probst-Hensch N., Matheson M.C. Occupational exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Respir Med* 2016; 10 (8): 861–872.
23. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.
24. Soyseth V., Johnsen H.L., Kongerud J. Respiratory hazards of metal smelting. *Curr Opin Pulm Med* 2013; 19 (2): 158–162.
25. Сюрин С.А., Никанов А.Н. Особенности бронхолегочной патологии у горнорабочих Кольского Заполярья. *Медицина труда и промышленная экология* 2009; 4: 39–42.
26. Чеботарев А.Г., Гибадулина И.Ю. Характеристика рудничного аэрозоля и профессиональная легочная патология у рабочих высокомеханизированных шахт. *Медицина труда и промышленная экология* 2009; 7: 7–12.
27. Артамонова В.Г., Басова О.Н., Лашина Е.Л. Условия труда и структура профессиональной заболеваемости работников современного производства нерудных строительных материалов. *Медицина труда и промышленная экология* 2009; 3: 36–39.
28. Andersson L., Bryngelsson I.L., Ohlson C.G., Naystrom P. Quartz and dust exposure in Swedish iron foundries. *J Occup Environ Hyg* 2009; 6 (1): 9–18.
29. Brüske I., Thiering E., Heinrich J., Huster K., Nowak D. Biopersistent granular dust and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8 (11): e80977.
30. Möhner M., Möhner M., Kersten N., Gellissen J. Chronic obstructive pulmonary disease and longitudinal changes in pulmonary function due to occupational exposure to respirable quartz. *Occup Environ Med* 2013; 70 (1): 9–14.
31. Baur X., Bakebe P., Vellguth H. Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace – an evidence-based approach. *J Occup Med Toxicol* 2012; 7 (1): 19.
32. Cherrie J.W., Brosseau L.M., Hay A., Donaldson K. Low-toxicity dusts: current exposure guidelines are not sufficiently protective. *Ann Occup Hyg* 2013; 57(6): 685–691.
33. Hoppin J.A. Pesticides and respiratory health: where do we go from here. *Occup Environ Med* 2014; 71 (2): 80.
34. Harting J.R., Gleason A., Romberger D.J., Essen S.G., Qiu F., Alexis N., Poole J.A. Chronic obstructive pulmonary disease patients have greater systemic responsiveness to ex vivo stimulation with swine dust extract and its components versus healthy volunteers. *J Toxicol Environ Health A* 2012; 75 (24): 1456–1470.
35. Lai P.S., Christiani D.C. Long-term respiratory health effects in textile workers. *Curr Opin Pulm Med* 2013; 19 (2): 152–157.
36. Castleden W.M., Shearman D., Crisp G., Finch P. The mining and burning of coal: effects on health and the environment. *Med J Aust* 2011; 195 (6): 333–335.
37. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.
38. Graber J.M., Stayner L.T., Cohen R.A., Conroy L.M. Respiratory disease mortality among US coal miners; results after 37 years of follow-up. *Occup Environ Med* 2014; 71 (1): 30–39.
39. Khan A.J., Nanchal R. Cotton dust lung diseases. *Curr Opin Pulm Med* 2007; 13 (2): 137–141.
40. Baur X., Bakebe P., Vellguth H. Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace – an evidence-based approach. *J Occup Med Toxicol* 2012; 7 (1): 19.
41. Ruder A.M., Meyers A.R., Bertke S.J. Mortality among styrene-exposed workers in

the reinforced plastic boatbuilding industry. *Occup Environ Med* 2016; 73 (2): 97–102.

42. Schermer T.R., Malbon W., Morgan M., Smith M., Crocket A.J. Chronic respiratory conditions in a cohort of metropolitan fire-fighters: associations with occupational exposure and quality of life. *Int Arch Occup Env Health* 2014; 87 (8): 919–928.

43. Yip J., Webber M.P., Zeig-Owens R., Vossbrinck M., Singh A., Kelly K., Prezant D.J. Clinical services and health outcomes in World Trade Center–exposed firefighters and EMS workers from 2001 to 2016. *Am J Ind Med* 2016; 59 (9): 695–708.

44. Amata A., Chonan T., Omae K., Omae K., Nodera M. High levels of indium exposure relate to progressive emphysematous changes: a 9-year longitudinal surveillance of indium workers. *Thorax* 2015; 70 (11): 1040–1046.

45. Hart J.E., Laden F., Eisen E.A. Chronic obstructive pulmonary disease mortality in railroad workers. *Occup Environ Med* 2009; 66 (4): 221–226.

46. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.

47. Ob C.M., Ob I.H., Lee J.K., Park Y. H., Choe B.-K., Yoon T.-Y., Choi J.-M. Blood cadmium levels are associated with a decline in lung function in males. *Environ Res* 2014; 132: 119–125.

48. Rodríguez E., Ferrer J., Zock J.P., Serra I., Antó J.M., Batlle J., Kromhout H., Vermeulen R., Donaire-González D., Benet M., Balcells E., Monsó E., Gayete A., García-Aymerich J. Lifetime occupational exposure to dusts, gases and fumes is associated with bronchitis symptoms and higher diffusion capacity in COPD patients. *PLoS One* 2014; 9: e88426.

49. Мамютина Н.Н., Еремеев Р.Б., Костарев В.Г. Профилактические аспекты профессиональных и производственно обусловленных заболеваний с позиции медицины

труда. Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровья населения при воздействии факторов среды обитания: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь, 2016, available at: [hppt: // ferisk.ru/](http://ferisk.ru/)

50. Капустник В.А., Костюк И.Ф., Калмыков А.А. Патофизиологическая связь клинических проявлений хронической обструктивной болезни легких у рабочих пылевых профессий машиностроения с условиями труда. Тезисы XXV Национального конгресса по болезням органов дыхания. М. 2011; 227–228.

51. Шилов В.В., Сюрин С.А. Влияние курения и производственных аэрополлютантов на респираторное здоровье работников никелевой промышленности. Медицина труда и промышленная экология 2015; 11: 40–44.

## REFERENCES

1. Akwe J., Fair N. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, Diagnosis, Staging and Management International. *J of Clinical and Experimental Med Sciences* 2016; 2 (2): 13–25.

2. Global Initiative for chronic obstructive lung disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2017 report), available at: <http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd>.

3. Chronic obstructive pulmonary disease. *Klinicheskie rekomendacii*. Pod red. A.G. Chuchalin. Moscow 2018; 89 (in Russian).

4. Sulaiman I., Cushen B., Greene G. Objective assessment of adherence to inhalers by COPD patients. *Am J Respir Care Med* 2017; 195 (10): 1333–1343.

5. Occupational diseases of the respiratory system: *Nacional'noe rukovodstvo*. Pod red.

F. Izmerova, A.G. Chuchalina. Moscow: GEOTAR–Media 2015; 792 (in Russian).

6. Monitoring of conditions and labor protection in Russian Federation in 2015. Moscow 2016; 34 (in Russian).

7. Vasilieva O., Gusakov A.A., Gushina E.E., Kravchenko N.Yu. Chronic obstructive pulmonary disease from exposure to industrial aerosols. *Pul'monologija* 2013; 3: 49–55 (in Russian).

8. Shpagina L. A., Kotova O.S., Karmanovskaya S.A., Kuznetsova G.V. Chronic obstructive pulmonary disease formed under the action of toxic aerosol: biomarkers. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2015; 9: 159 (in Russian).

9. Kraïm–Leleu M., Lesage F.X., Drame M., Lebagry F., Deschamps F. Occupational Risk Factors for COPD: A Case–Control Study. *PLoS One* 2016; 11 (8): e0158719.

10. Shabalkin A. I., Piktushanskaya T. E., Rabicheva I. V. Analysis of the state of occupational morbidity and disability due to occupational diseases in the Rostov region Improvement of occupational pathology care in modern conditions: Vserossijskaja nauchno–prakticheskaja konferencija s mezhdunarodnym uchastiem. *Shakhty* 2016; 234–237 (in Russian).

11. Mazitova N.N. Occupational risk factors for chronic obstructive pulmonary disease: results of a cohort study. *Kazanskij medicinskij zhurnal* 2011; 4: 537–541 (in Russian).

12. Gugis N.N., Plastinin B.G. Introduction of modern methods of ensuring labor protection and industrial safety. *Metallurg* 2011; 4: 23–26 (in Russian).

13. Shlyapnikov D.M., Vlasova E.M., Ponomareva T.A. respiratory Diseases in workers of metallurgical production. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2012; 12: 16–19 (in Russian).

14. Bachinsky O.N., Babkina V.I., Pribylov S.A., Ivanov V.P., Trubnikova E.V. Systemic inflam-

mation in chronic obstructive pulmonary disease of professional and non-professional etiology. *Chelovek i ego zdorov'e* 2011; 1: 26–32 (in Russian).

15. Paulin L.M., Diette G.B., Blanc P.D., Putcha N., Eisner M.D., Kanner R.E., Belli A.J., Christenson S., Tashkin D.P., Han M., Barr R.G., Hansel N.N. Occupational exposures are associated with worse morbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 191: 557–565.

16. Shpagina L.A., poteryaeva E.L., Kotova O.S., Shpagin I.S., Smirnova E.L. Actual problems of pulmonology in modern occupational pathology clinic. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2015; 9: 11–14 (in Russian).

17. Mehta A.J., Thun G.A., Imboden M., Ferrarotti I., Keidel D., Künzli N., Kromboud H., Miedinger D., Phuleria H., Rochat T., Russi E.W., Schindler C., Schwartz J., Vermeulen R., Luisetti M., Probst-Hensch N. Occupational exposure to dusts, gases, and fumes and incidence of chronic obstructive pulmonary disease in the Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2012; 185 (12): 1292–1300.

18. Vasilyeva O.S., Kravchenko N.Yu. Chronic obstructive pulmonary disease as an occupational disease: risk factors and the problem of medical and social rehabilitation of patients. *Rossijskij medicinskij zhurnal* 2015; 2: 22–26 (in Russian).

19. Hagstad S., Backman H., Bjerg A., Ekerljung L., Hedman L., Kjell Lindberg A., Torén, Lötvall J., Rönmark E., Lundbäck B. Prevalence and risk factors of COPD among never–smokers in two areas of Sweden. Occupational exposure to gas, dust or fumes is an important risk factor. *Respir Med* 2015; 109 (11): 1439–1445.

20. Lee S.J., Kim S.W., Kong K.A., Ryu Y.J., Lee J.H., Chang J.H. Risk factors for chronic ob-



structive pulmonary disease among never-smokers in Korea. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2015; 10: 497–506.

21. Würtz E.T., Schlünssen V., Malling T.H., Hansen J.G. Occupational COPD Among Danish never-smokers: a population-based study. *Occup Environ Med* 2015; 72 (6): 456–459.

22. Alif S.M., Dharmage S.C., Bowatte G., Bowatte G., Karahalios A., Benke G., Dennekamp M., Mehta A.J., Miedinger D., Künzli N., Probst-Hensch N., Matheson M.C. Occupational exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Respir Med* 2016; 10 (8): 861–872.

23. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.

24. Soyseth V., Johnsen H.L., Kongerud J. Respiratory hazards of metal smelting. *Curr Opin Pulm Med* 2013; 19 (2): 158–162.

25. Syurin S. A., Nikanov A. N. Features of bronchopulmonary pathology in miners of the Kola polar region. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2009; 4: 39–42 (in Russian).

26. Chebotarev A.G., Gibadulina I.Yu. Characteristics of mine aerosol and occupational pulmonary pathology in workers of highly mechanized mines. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2009; 7: 7–12 (in Russian).

27. Artamonova V.G., Basova O.N., Lashina E.L. working Conditions and structure of occupational morbidity of workers of modern production of non-metallic construction materials. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2009; 3: 36–39 (in Russian).

28. Andersson L., Bryngelsson I.L., Ohlson C.G., Naystrom P. Quartz and dust exposure in Swedish iron foundries. *J Occup Environ Hyg* 2009; 6 (1): 9–18.

29. Brüske I., Thiering E., Heinrich J., Huster K., Nowak D. Biopersistent granular dust

and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8 (11): e80977.

30. Möhner M., Möhner M., Kersten N., Gellissen J. Chronic obstructive pulmonary disease and longitudinal changes in pulmonary function due to occupational exposure to respirable quartz. *Occup Environ Med* 2013; 70 (1): 9–14.

31. Baur X., Bakebe P., Vellguth H. Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace – an evidence-based approach. *J Occup Med Toxicol* 2012; 7 (1): 19.

32. Cherrie J.W., Brosseau L.M., Hay A., Donaldson K. Low-toxicity dusts: current exposure guidelines are not sufficiently protective. *Ann Occup Hyg* 2013; 57(6): 685–691.

33. Hoppin J.A. Pesticides and respiratory health: where do we go from here. *Occup Environ Med* 2014; 71 (2): 80.

34. Harting J.R., Gleason A., Romberger D.J., Essen S.G., Qiu F., Alexis N., Poole J.A. Chronic obstructive pulmonary disease patients have greater systemic responsiveness to ex vivo stimulation with swine dust extract and its components versus healthy volunteers. *J Toxicol Environ Health A* 2012; 75 (24): 1456–1470.

35. Lai P.S., Christiani D.C. Long-term respiratory health effects in textile workers. *Curr Opin Pulm Med* 2013; 19 (2): 152–157.

36. Castleden W.M., Shearman D., Crisp G., Finch P. The mining and burning of coal: effects on health and the environment. *Med J Aust* 2011; 195 (6): 333–335.

37. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.

38. Graber J.M., Stayner L.T., Cohen R.A., Conroy L.M. Respiratory disease mortality among US coal miners; results after 37 years of follow-up. *Occup Environ Med* 2014; 71 (1): 30–39.

39. Khan A.J., Nanchal R. Cotton dust lung diseases. *Curr Opin Pulm Med* 2007; 13 (2): 137–141.
40. Baur X., Bakebe P., Vellguth H. Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace – an evidence-based approach. *J Occup Med Toxicol* 2012; 7 (1): 19.
41. Ruder A.M., Meyers A.R., Bertke S.J. Mortality among styrene-exposed workers in the reinforced plastic boatbuilding industry. *Occup Environ Med* 2016; 73 (2): 97–102.
42. Schermer T.R., Malbon W., Morgan M., Smith M., Crockett A.J. Chronic respiratory conditions in a cohort of metropolitan fire-fighters: associations with occupational exposure and quality of life. *Int Arch Occup Env Health* 2014; 87 (8): 919–928.
43. Yip J., Webber M.P., Zeig-Owens R., Vossbrinck M., Singh A., Kelly K., Prezant D.J. Clinical services and health outcomes in World Trade Center-exposed firefighters and EMS workers from 2001 to 2016. *Am J Ind Med* 2016; 59 (9): 695–708.
44. Amata A., Chonan T., Omae K., Omae K., Nodera M. High levels of indium exposure relate to progressive emphysematous changes: a 9-year longitudinal surveillance of indium workers. *Thorax* 2015; 70 (11): 1040–1046.
45. Hart J.E., Laden F., Eisen E.A. Chronic obstructive pulmonary disease mortality in railroad workers. *Occup Environ Med* 2009; 66 (4): 221–226.
46. Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012; 104: 143–161.
47. Oh C.M., Oh I.H., Lee J.K., Park Y.H., Choe B.-K., Yoon T.-Y., Choi J.-M. Blood cadmium levels are associated with a decline in lung function in males. *Environ Res* 2014; 132: 119–125.
48. Rodriguez E., Ferrer J., Zock J.P., Serra I., Antó J.M., Batlle J., Kromboud H., Vermeulen R., Donaire-González D., Benet M., Balcells E., Monsó E., Gayete A., Garcia-Aymerich J. Lifetime occupational exposure to dusts, gases and fumes is associated with bronchitis symptoms and higher diffusion capacity in COPD patients. *PLoS One* 2014; 9: e88426.
49. Malyutina N.N., Ereemeev R.B., Kostarev V.G. Preventive aspects of occupational and production-related diseases from the position of occupational medicine. Aktual'nye problemy bezopasnosti i ocenki riska zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii faktorov sredy obitaniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem Perm', 2016 (in Russian), available at: <http://ferisk.ru/>.
50. Kapustnik V.A., Kostyuk I.F., Kalmykov A.A. Pathophysiological relationship of clinical manifestations of chronic obstructive pulmonary disease in workers of dusty engineering professions with working conditions. Tezisy HHV Nacional'nogo kongressa po boleznyam organov dyhaniya, Moscow 2011; 227–228 (in Russian).
51. Shilov V.V., Syurin C.A. Influence of Smoking and industrial aeropollutants on the respiratory health of workers in the Nickel industry. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* 2015; 11: 40–44 (in Russian).

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Материал поступил в редакцию 03.10.2020