

## ВОСПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАССТИ ЛАЗЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Пальцев Ю.П., Левина А.В., Кравченко О.К.

ГУ НИИ медицины труда РАМН, АНО НИЭС

Внедрение новейших методов и технологий невозможно без использования лазерного оборудования. В нанотехнологиях лазерные изделия используются для придания высокопрочных свойств твердым телам и материалам. Для проведения операций с микроскопическими нанообъектами, создания новых веществ, путем составления молекул без химических реакций (одно из применений нанотехнологий), используются мощные инструменты - лазерные манипуляторы или «нанопинцеты». Несомненно, лазерное излучение (ЛИ) и в дальнейшем будет все шире применяться в различных видах оборудования для нанотехнологий.

Используемые в современных видах оборудования лазерные излучения характеризуются новыми параметрами воздействия - сверхкороткими (длительностью  $10^{-6}$  -  $10^{-13}$  с и менее) и мощными импульсами, использованием диапазонов длин волн свыше 1400 нм и т.п. Возможные эффекты таких воздействий на обслуживающий персонал не достаточно изучены, последствия могут быть необратимыми.

Регламентация лазерных излучений является одним из наиболее острых вопросов отечественного гигиенического нормирования. Основным документ, определяющий безопасность лазерных излучений - СНиП №5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» разрабатывался более 16 лет назад. Появившиеся новые виды лазерных излучений, требуют внесения определенных коррективов в используемую терминологию, в систему нормирования, гигиеническую классификацию и др.

Зарубежными производителями оценка опасности лазерной продукции производится, в соответствии со стандартом IEC 60825-1:2007 «Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements». Проверка правильности классификации изделий по степени их лазерной опасности,

проведенная в соответствии с СНиП 5804-91, выявляет в ряде случаев расхождения в установлении их класса опасности - как в сторону занижения, так и завышения определяемого класса (приблизительно в 10-20% случаев).

Для совершенствования гигиенического нормирования лазерных излучений необходимо решение вопросов оценки закрытых лазерных систем с присоединенными периферийными устройствами, оценки аддитивного действия соответствующих диапазонов длин волн, сочетанного действия лазерных излучений с другими физическими факторами, генерируемых лазерным оборудованием (электромагнитные поля, шум, ультразвук) и т.п.

Разработанные ПДУ для хронических лазерных воздействий являются достижением отечественной школы гигиенистов, и не имеют аналогов в зарубежных стандартах. Эти величины должны составлять основу обеспечения безопасности работающих в контакте с лазерными излучениями. Однако, учитывая особенности современных лазерных излучений, необходимо проведение научных исследований по разработке ПДУ в ненормируемых в настоящее время спектральных и временных диапазонах воздействий.

Ответственность за определение класса опасности лазерной техники несет изготовитель (так принято по всем нормативным документам - отечественным и зарубежным). Однако, в связи с серьезностью возможных неблагоприятных последствий недооценки степени опасности лазерного оборудования, необходим дополнительный контроль компетентных организаций, который в настоящее время осуществляется в ходе санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции и нормативной документации на нее.

Для эффективного контроля за современными лазерными изделиями и их эксплуатацией, необходимо создание соответствующей измерительной техники, позволяющей осуществлять объективную и однозначную оценку лазерных воздействий.

В дальнейшем совершенствовании нуждаются и средства индивидуальной защиты, особенно для эффективной защиты органа зрения обслуживающего персонала от новых видов лазерных излучений.

Таким образом, для решения проблем в области гигиенической регламентации лазерных излучений, применяемых в современных технологиях, необходимо принятие национальной программы по совершенствованию лазерной безопасности.

### НЕКОТОРЫЕ СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ В ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ НАНОЧАСТИЦ И ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Жолдакова З.И., Синицына О.О.

ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина  
РАМН, г. Москва

Бурное развитие нанотехнологий несомненно приведет к тому, что в ближайшие годы содержание наночастиц в объектах окружающей среды увеличится, и появится их реальная опасность для человека. Имеющиеся в настоящее время результаты токсикологических исследований во многом противоречивы, и скорее не дают ответа на вопросы о токсичности наноматериалов, а вызывают множество новых.

Принято считать, что к наноматериалам относятся частицы с размером не более 100 нм. С позиций токсикологии возникает вопрос, является ли размер частиц основной характеристикой, определяющей их опасность? При сравнении размеров молекул различных химических веществ можно обнаружить, что наиболее крупные из них, как например, полихлорированные диоксины и фураны, имеют линейные размеры до 3 нм (30 Å). Еще больше приближаются по размеру к наночастицам молекулы ПАУ и растворимых полимерных соединений. Степень и механизм токсического действия этих веществ различается в зависимости от структуры и физико-химических свойств.

Второй важной характеристикой наночастиц, в частности фуллеренов, по данным Л.Н. Сидорова и Ю.А. Макеева (2000) является необычно большое среди всех алкенов число эквивалентных реакционных центров (по числу двойных связей). Эти ненасыщенные связи могут обуславливать высокую реакционную способность наночастиц, в частности, образование связей с белками, нуклеиновыми кислотами. В результате могут возникать уникальные вредные эффекты, никогда прежде не наблюдавшиеся у химических веществ в других физических формах (The Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 2005).

Вместе с тем, существуют химические вещества, механизм токсического действия которых также обусловлен наличием ненасыщенных связей или активных радикалов, например эпихлоргидрин, акриламид, четвертичные аммониевые соединения и другие. Токсичность подобных соединений хорошо изучена, и известно, что наиболее важной их характеристикой является способность вызывать мутагенные и канцерогенные эффекты; на опасность канцерогенного эффекта наночастиц указывают некоторые авторы.

В литературе обсуждается вопрос о способности углеродных наночастиц, в частности фуллеренов, при взаимодействии с молекулярным кислородом генерировать активные формы кислорода, например, супероксидные радикалы и т.п. (G. Oberdörster и соавт., 2004; Г.В. Андриевский и соавт., 2004; K.D. Pickering et al., 2005; B. Vileño et al., 2006; M.R. Weisner et al., 2007). В токсикологии такие реакции химических веществ при поступлении в организм, а также механизмы этих реакций хорошо известны. Таким образом, и эта особенность наночастиц не является уникальной.

Многие считают, что наночастицы опасны из-за своей выраженной способности проникать через гематоэнцефалический и гематоплацентарный барьеры. Эта способность также свойственна целому ряду химических веществ. Например, поверхностно-активные вещества, в т.ч. высокомолекулярные, не только сами проникают через биологические барьеры, но и являются проводником для других химических веществ.