

Прогностическая модель, а также программа может быть использована врачами любых специальностей на этапе от первичного контакта с пациентом до оперативного вмешательства.

Разработанная и апробированная математическая модель прогноза осложненного течения раннего послеоперационного периода у соматически отягощенных больных, перенесших операции по поводу онкопатологии, позволяет не только прогнозировать летальный исход с чувствительностью более 90% и специфичностью более 70%, а также мотивированно отказать в оперативном вмешательстве, предложив альтернативные методы лечения, но и предоставляет возможность определить группу пациентов, нуждающихся в предоперационной подготовке, а также осуществить контроль ее полноценности.

УДК 613.6

*Шмакова Е.Е.<sup>1</sup>, Липатов Г.Я.<sup>1,2</sup>, Адриановский В.И.<sup>1,2</sup>, Самылкин А.А.<sup>1</sup>*

## **К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИ**

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»*

*Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия*

*<sup>2</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский - научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия*

В настоящее время альтернативой традиционному пирометаллургическому производству меди являются гидрометаллургические процессы. В частности, при использовании подземного выщелачивания непрерывная добыча меди осуществляется с использованием слабого раствора серной кислоты, которая под землей вступает в реакцию с рудой и обогащается медью. Применение новой технологии позволяет осуществлять добычу меди из окисленной руды с низким содержанием металла, в том числе, из отвалов. Электролиз раствора не предполагает высокотемпературных плавок, резко сокращает выбросы вредных веществ, в т.ч. серосодержащих газов, в атмосферу. Однако такая технология требует всесторонней

гигиенической оценки. Присутствие в медьсодержащих рудах мышьяка, свинца, кадмия, никеля, а также контакт работающих с парами серной кислоты ставит задачу оценить канцерогенные риски для рабочих, занятых при получении рафинированной меди способом подземного выщелачивания.

Объектом исследования послужило ОАО «Уралгидромедь» (г. Полевской Свердловской области) – первое в России предприятие, использующее гидрометаллургическую технологию для промышленного производства рафинированной катодной меди. В основу расчета ингаляционного канцерогенного риска (КР) взяты подходы, изложенные в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и исследованиях П.В. Серебрякова и А.В. Мельцера. Прогнозные значения КР рассчитывались с учётом фактических среднесменных концентраций кадмия и свинца, экспозиции (250 рабочих смен/год по 8 часов) и факторов канцерогенного потенциала веществ при ингаляционном поступлении ( $SFi$ ,  $mg/(kg \times day)^{-1}$ ). КР оценивался от каждого из веществ и суммарно от их комбинации на 5, 10, 15, 20 и 25 лет стажа работы. Для условий профессионального воздействия канцерогенов неприемлемым считался  $KP \geq 1,0 \times 10^{-3}$ . При неприемлемом КР рассчитывалась продолжительность стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого профессионального риска.

На изучаемом предприятии технологический процесс складывается из трех этапов. Первый (подземное выщелачивание) осуществляется на геотехнологическом поле и заключается в бурении скважин, установке в них фильтрующих элементов и труб, закачивании в скважины раствора серной кислоты в концентрации 10-20 г/л для осуществления выщелачивания меди, выкачивании насыщенного раствора (1,0-1,3 г/л меди и 30-80 г/л сульфат иона) и транспортировке его по трубопроводу в отделение экстракции. Второй этап (экстракция) позволяет очистить полученный раствор от примесей и повысить концентрацию меди. В смесителе-отстойнике медь из насыщенного раствора выщелачивания в присутствии разбавителя (керосин) вступает в комплексное органическое соединение, а обедненный медью и содержащий примеси раствор (рафинат) отправляется обратно в зону

выщелачивания. В следующем смесителе-отстойнике комплексное соединение меди вступает в контакт с электролитом с высоким содержанием серной кислоты, в результате чего медь реэкстрагируется из органической фазы в электролит, а обедненная органика направляется обратно на экстракцию. В результате третьего этапа (электролиз) получают медные катоды, которые промываются, сдираются со стальных основ, взвешиваются и упаковываются. Основные профессии на предприятии представлены следующими специальностями: оператор и аппаратчик-гидрометаллург отделения экстракции и электролиза.

В помещении обоих отделений оборудована система механической общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Помимо этого, электролизные ванны оборудованы местной вытяжкой в виде бортовых отсосов. Рабочее место оператора располагается в изолированной кабине, что препятствует перетеканию в нее воздушных масс из отделений экстракции и электролиза.

Как показали исследования, на всех изученных рабочих местах превышений ПДК канцерогенных веществ не обнаружено. В результате по химическому фактору (канцерогенные вещества) с учетом комбинированного действия свинца и кадмия профессиям оператора, аппаратчика-гидрометаллурга отделений экстракции и электролиза присвоен класс условий труда 2 (допустимый).

Расчет прогнозных значений КР при 25-летнем стаже работы показал, что для большинства профессий суммарный риск находился в приемлемом для профессиональных групп диапазоне (менее  $1,0 \times 10^{-3}$ ), составив для оператора  $4,0 \times 10^{-6}$  и аппаратчика-гидрометаллурга отделения электролиза  $1,0 \times 10^{-5}$ .

В то же время, для аппаратчика-гидрометаллурга отделения экстракции прогнозное значение КР превышало приемлемый уровень со стажа работы 20 лет ( $1,2 \times 10^{-3}$ ), достигая максимума к 25-ти летнему стажу ( $1,55 \times 10^{-3}$ ). КР формировался, в основном, за счет экспозиции к кадмию (97,7%). Продолжительность стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого канцерогенного риска аппаратчика-гидрометаллурга отделения экстракции, составила 16 лет.

Таким образом, канцерогенный риск для профессий оператора и аппаратчика-гидрометаллурга отделения электролиза находится в приемлемом для

профессиональных групп диапазоне. В то же время, в отделении экстракции КР, обусловленный, в основном, экспозицией к кадмию, находится в неприемлемом диапазоне, даже при соответствии условий труда по химическому фактору допустимому классу. Полученные результаты позволяют рекомендовать в целях уменьшения КР для работающих мероприятия по снижению содержания кадмия в воздухе рабочей зоны путем внедрения эффективных вентиляционных установок.