

УДК 504.6

## Применение роботизированной техники при ликвидации последствий радиационных аварий

*Сергеев И.Ю., канд. техн. наук*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

**Аннотация.** В данной статье приведен анализ применения роботизированной техники при ликвидации последствий радиационных аварий, на основании которого определены необходимые рекомендации по проектированию робототехники и порядку выполнения технологических работ.

**Ключевые слова.** роботизированная техника, радиоактивные отходы, дезактивация, аварийная ситуация.

## The use of robotic technology in the elimination of the consequences of radiation accidents

*Sergeev I.Yu., Ph.D. of Engineering Sciences*

*FSBEI HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia*

**Abstract.** This article provides an analysis of the use of robotic technology in eliminating the consequences of radiation accidents, on the basis of which the necessary recommendations for the design and procedure for performing technological work are determined.

**Keywords.** robotic equipment, radioactive waste, decontamination, emergency.

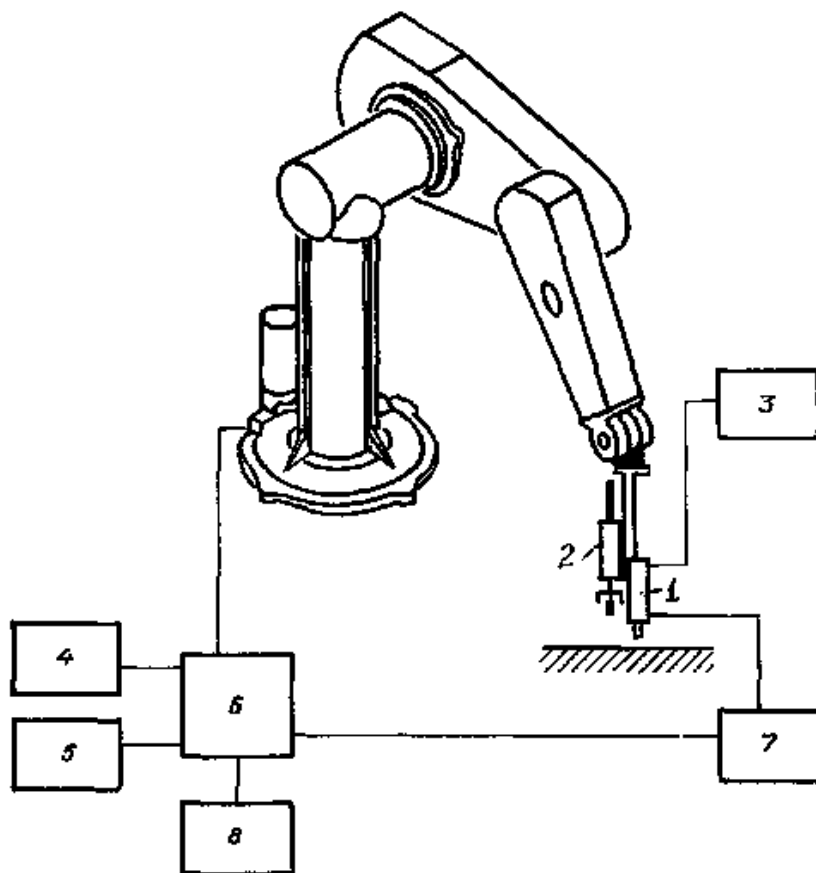
Применяемую для дезактивации роботизированную технику, под которой следует подразумевать роботы и манипуляторы, в зависимости от назначения можно условно разделить на три группы: специально-спроектированные для промышленной дезактивации, предназначенные для другой цели, например, пожаротушения, неиспользуемые в интересах дезактивации и применяемые в аварийных ситуациях. Специально создаваемые роботы обрабатывают однотипные объекты и помимо дезактивации способны выполнять и другие операции.

Именно такими качествами обладает робот, обрабатывающий загрязненные радиоактивными отходами бочки [1]. Робот включает системы подачи загрязненных бочек и управления процессом их дезактивации, применения протирочной и фильтровальной бумаги, измерения уровней радиоактивного загрязнения, вывоза бочек после обработки. Применение бумаги для влажной и сухой обработки позволило избежать жидких радиоактивных отходов. Робот освободил персонал от монотонной и тяжелой работы, а также позволил резко снизить индивидуальную дозу облучения.

Робот для дезактивации горячих боксов реактора, смонтированный на ходовой части, позволял обрабатывать поверхности шириной до 71 см со скоростью 2 погонных метра в 1 мин и глубине впадин дезактивируемых поверхностей до 15 см. Робот работал на основе замкнутого цикла, объем емкости для сбора отходов составил 2,7 м<sup>3</sup>. Отсасывание отходов производилось через нейлоновый фильтр, а зона обзора робота составляла 150°. Специальный робот был спроектирован и использован для дезактивации бетонных полов в радиационно опасной обстановке. Устройство было смонтировано на шестиколесном шасси, имело производительность до 112 м<sup>2</sup> и обеспечивало контролируемую глубину среза от 0,8 до 3,2 мм. Кроме того, предусматривались сбор отработавшей среды и обломков и фильтрация воздуха. Помимо

основного оборудования имелся манипулятор, плазменная горелка, Система визуального контроля, что позволяло вести наблюдение за полнотой обработки и корректировать ее в случае необходимости [1].

Широко и эффективно применялась робототехника, спроектированная для снижения последствий аварии в Три Майл Айленд. С помощью роботов проводилась очистка воды погружной системой, разборка и дезактивация разрушенного блока, а также помещений, оборудования и зданий.



*Рис.1. Аппаратурное обеспечение роботизированной системы дезактивации:  
1 – устройство для перемещения рабочей части; 2 – рабочая часть, предназначенная для дезактивации различных поверхностей; 3 – датчик источника питания; 4 – гибкий диск; 5 – пульт управления; 6 – консоль, содержащая программу;  
7 – видеотерминал; 8 – модуль.*

Разработан робот для дезактивации различных поверхностей путем абразивной обработки щеткой, прижимаемой к поверхности с максимальным усилием 689,4 кПа. Щетки заключались в кожух для отсасывания отработавшей среды. Разработан алгоритм дезактивации этого робота, а на рисунке 1 представлено аппаратурное оформление системы дезактивации.

Робот универсален – его можно использовать для дезактивации путем снятия загрязненного слоя стен, пола и любого другого оборудования, подлежащего абразивной обработке. Дезактивацию площадок и снятие оборудования проводили с использованием робота, предназначенного для очистки взлетно-посадочной полосы. Роботизированная техника широко использовалась в стационарных условиях для производственной дезактивации [1].

При ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (далее – ЧАЭС) был применен робот, предназначенный для тушения пожаров. Своеобразная автоматическая гидропушка, генерировала водную струю высотой до 70 м, что позволило смывать с крыш радиоактивные обломки графита и фрагменты конструкций реактора. Кроме того, были разработаны и применены роботы на гусеничном и колесном ходу, а так же зарубежные аналоги. Робот MF-2 (Германия), управляемый по радио, осуществлял сбор и упаковку радиоактивных отходов. Отечественный робот РТК обеспечивал и дезактивацию

пылеотсасыванием. Технологическая карта роботов позволяла проводить сбор твердых радиоактивных отходов, их резку, затаривание в контейнеры и транспортировку контейнеров.

Дезактивация сильнозагрязненной территории промплощадки ЧАЭС и особенно крыш осуществлялись с применением роботизированной и дистанционно-управляемой техники, в том числе и специально разработанной. К числу последней относится робот-бульдозер, который был создан на базе советского лунохода. В связи с разнообразием условий и объектов дезактивации создать единую программу для роботов не представлялось возможным, и они фактически работали как манипуляторы, дистанционно управляемые по радио или по кабелю. Таким образом обеспечивалась работа бульдозерных срезов, гидромониторов и механической руки. Манипуляторы позволили сгребать различного рода обломки, сбрасывать их с крыш для последующей загрузки в перевозимые контейнеры.

Была попытка создать роботы-манипуляторы, в которых наряду с бульдозерными срезами монтировались фрезы и грейферные захваты. Из-за ограниченных возможностей минитракторов они практически не использовались. Роботы Белоярской АЭС, оборудованные срезами, позволили снять с крыш загрязненный рубероид. Радиогусеничный бульдозер ЧПЗ управлялся на расстоянии из кабины бронетранспортера.

Невысокая радиационная стойкость роботизированных средств, в частности системы управления, приводило к выходу их из строя. Кроме того, в условиях сильного радиоактивного загрязнения, когда мощность дозы  $\gamma$ -излучения достигала 600-800 Р/ч, появлялись сбои в системе электронного управления, и спустя непродолжительное время работы в таких условиях, робот уже не реагировал на управляющие команды [2].

Таким образом, приведенный анализ позволяет сделать вывод, что ни один из применяемых роботов не был приспособлен для работы в сложных условиях радиационной аварии. Неудобство кабельного управления заключалось в том, что кабели попадали под колеса или гусеницы, цеплялись за обломки, сгребали на себя элементы радиоактивного загрязнения. Радиоуправляемые средства лишены этих недостатков, но мощное радиоактивное излучение создавало помехи, отрицательно сказывающиеся на эффективном использовании этих средств [2].

В Чернобыле роботизированная техника показала недостаточную эффективность вследствие слабой энерговооруженности, невозможности дезактивации поверхностей сложной формы, в частности перил и других конструктивных узлов кровли, радиационной нестойкостью системы управления.

Подводя итог, необходимо отметить, что роботизированные дистанционно управляемые механизмы для проведения работ в условиях высоких уровней радиоактивного загрязнения необходимы, но они должны быть специально спроектированы, и давать возможность соблюдать определенную технологию дезактивации.

## Литература

1. Зимон А. Д. Пикалов В.К. Дезактивация. М.: ИздАТ, 1994. 336с.
2. Батанов А.Ф., Грицынин С.Н., Муркин С.В. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций. Учебное пособие МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 48 с. <http://ibooks.ru>