

УДК 504.05

И.Н. Швецова, Е.С. Ширинкина, Г.М. Батракова

Пермский государственный технический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЛИКВИДАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Представлены технологические подходы к ликвидации химических производств с учетом инженерных изысканий и результатов экологических исследований. Обсуждаются результаты количественной оценки содержания анилина в пробах строительных материалов и грунтах производственной площадки территории ликвидируемого анилинового производства.

Ключевые слова: ликвидация зданий и сооружений, обезвреживание, опасное химическое производство.

Много промышленных предприятий химической отрасли в Российской Федерации были введены в эксплуатацию более 40–60 лет назад и в ряде случаев относятся к категории районно- и градообразующих объектов. По данным, представленным в Федеральной целевой программе [1], около 70 % химически опасных промышленных объектов несут угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций в связи с моральным и физическим износом не только оборудования, но и зданий и сооружений промышленного фонда, наличием опасных концентраций загрязняющих веществ, в том числе в грунтах промышленных территорий. Наибольшую экологическую опасность на сегодняшний день представляют устаревшие промышленные объекты производства спецхимии, продукции военно-промышленного назначения, органического синтеза и др., химические предприятия, которые подвергались многократной реконструкции для новых производственных задач, увеличения мощности и соответствия требованиям нового времени.

В связи с чем необходима разработка и внедрение мероприятий по ликвидации объектов химической опасности с последующей их интеграцией в городскую среду.

Разработка технических и технологических решений по ликвидации опасных химических производств должна основываться на качественной и количественной оценке уровней загрязнения строительных материалов и конструкций, оценке ареалов и уровней загрязнения почвенного покрова, грунтов, близлежащих водных объектов, системы питьевого водоснабжения.

Нами были проведены исследования на территории промышленной площадки выведенного из эксплуатации анилинового производства.

Целью исследования являлась разработка технологических подходов по обращению со строительными отходами и восстановлению загрязненной территории при ликвидации анилинового производства с учетом выявленных концентраций анилина в пробах отделочных материалов и пробах почвы и грунта прилегающей к производственным корпусам территории.

Согласно ФЗ № 116 «О промышленной безопасности», к категории опасных производственных объектов относятся объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются токсичные вещества (вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели). Анилин относится к токсичным веществам, его средняя смертельная доза при приеме внутрь составляет 1 г (т.е. в среднем 15–16 мг на 1 кг) [2], поэтому исследуемый промышленный объект требует специфичных технологических подходов к ликвидации.

Исследуемое производство было введено в эксплуатацию в 1958 году, в 2008 году объект был выведен из эксплуатации и законсервирован.

На территории промплощадки расположено около 100 административных и производственных корпусов, в состав анилинового производства входят 4 производственных здания. Схема расположения объектов на промышленной площадке представлена на рис. 1.

На основании анализа реализуемого ранее производственного процесса и в ходе изучения фондовых материалов были установлены области потенциального загрязнения анилином внутри производственных корпусов и на прилегающей территории.

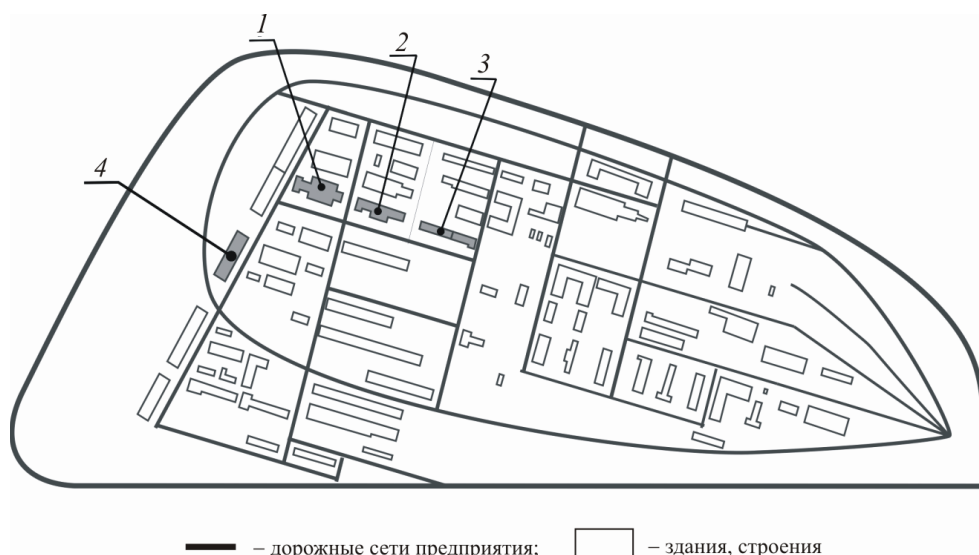


Рис. 1. Ситуационный план расположения производственных корпусов на территории ликвидируемого анилинового производства: 1 – отделение дистилляции; 2 – контактное отделение; 3 – газодувное отделение; 4 – склад анилина

В ходе последующего рекогносцировочного исследования промышленной площадки были определены точки отбора проб строительных материалов и почвогрунта.

При выборе точек отбора проб учитывались данные центральной лаборатории предприятия о зонах превышения предельно допустимых концентраций вещества в воздухе рабочей зоны; участках возможных проливов и утечек продуктов и полупродуктов в процессе производства; о наличии пятен загрязнения на территории склада готовой продукции, в местах промежуточного хранения продуктов и полупродуктов и на территории производственного цеха, а также описание линии транспортировки готовой продукции.

Пробы строительных материалов и почвогрунтов отбирались в зонах максимального, среднего и минимального загрязнения, выявленных в процессе предварительного рекогносцировочного исследования анилинового производства.

Для исследований на остаточное содержание анилина были отобраны следующие виды отделочных материалов: штукатурка (потолок, стены), бетон (стены), плитка напольная, плитка стеновая, плитка керамическая кислотоупорная. Также были отобраны пробы грунта с учетом требований по отбору проб почв.

Исследования проб для оценки остаточного содержания анилина проводились фотометрическим методом с использованием реагента Р-соль по методике МВИ В-6-2 [3]. Методика была адаптирована для исследования твердых сред – проб почвогрунтов и строительных материалов. Исследование водных экстрактов обосновано необходимостью оценки естественной миграции анилина при его вымывании атмосферными осадками из строительных отходов и почвы.

В ходе исследований строительных материалов было установлено содержание анилина от 1,314 до 157,478 мг/кг.

Полученные данные свидетельствуют об изменении опасности проанализированных материалов в качестве отходов и подтверждают необходимость предварительного их обезвреживания перед захоронением или переработкой для покомпонентного вторичного использования.

Таким образом, с целью безопасности производства монтажных работ, обеспечения возможности использования ресурсного потенциала строительных материалов после сноса зданий необходима разработка мероприятий по обезвреживанию накопленных загрязнений.

По результатам исследования почвогрунтов диапазон концентраций анилина составил от $0,920 \pm 0,410$ до $21,049 \pm 6,966$ мг/кг. Нормативные требования к содержанию анилина в почвах в РФ отсутствуют, в связи с чем для оценки опасности исследуемых образцов были использованы нормативы стран ЕС – требования к участкам промышленных площадок в Германии. Содержание нитробензола (по своим физико-химическим и токсикологическим свойствам он соответствует анилину) не должно превышать 15 мг/кг [4]. Исходя из данного норматива, некоторые зоны исследуемой промышленной площадки не соответствуют европейским требованиям.

Также установлена градация загрязнений в зависимости от глубины (рис. 2):

- до 100 мм – от $1,7 \pm 0,5$ до $21,1 \pm 7,0$ мг/кг;
- более 100 мм – от $0,9 \pm 0,4$ до $7,8 \pm 1,1$ мг/кг.

Изменение интенсивности загрязнения объясняется вымыванием анилина атмосферными осадками и миграцией загрязненных почвенных вод по вертикали, этому процессу способствуют характеристики зональных почв (таблица).

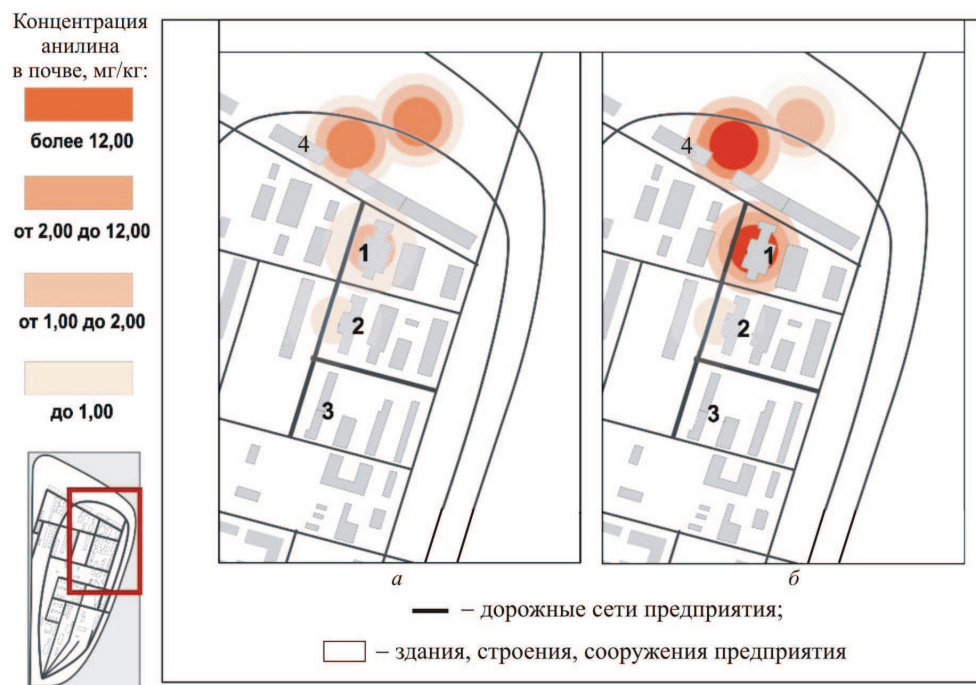


Рис. 2. Интенсивность загрязнения почвогрунтов на территории ликвидируемого анилинового производства в зависимости от глубины отбора проб: а – до 100 мм; б – более 100 мм. (1 – отделение дистилляции; 2 – контактное отделение; 3 – газодувное отделение; 4 – склад анилина)

Характеристики зональных почвогрунтов исследуемого промышленного района [5]

Показатель	Дерново-подзолистые почвы	Подзолистые почвы
рН	3,3–5,5	3,0–5,0
Содержание гумуса, %	2	1–7
Содержание подвижного фосфора, мг на 100 г почвы	Низкое (до 5) содержание	Низкое содержание
Содержание подвижного калия, мг на 100 г почвы	до 10	Низкое содержание
Степень насыщенности основаниями, %	30–60	20–50
Гранулометрический состав	Песчаные, супесчаные	Суглинки, реже легкие глины
Водопроницаемость	Хорошая	Умеренная
Содержание кальция	Низкое	Низкое
Воздухопроницаемость	Малая	Малая
Содержание подвижного азота	Низкое содержание	Низкое содержание

По данным исследований [5] адсорбционная способность почв определяется комплексом почвенно-биоклиматических условий, т.е. типовой принадлежностью почв, а также в значительной степени зависит от вида их использования. Тип почвы определяет общее содержание, состав и свойства органического вещества, который играет ведущую роль в процессах связывания и детоксикации вредных веществ. В исследуемых почвах с содержанием органического вещества менее 1 % влияние органического вещества в адсорбцию загрязнений минимально. В этом случае на адсорбцию влияет взаимодействие загрязнения с минеральным веществом почвы и рН почвенного раствора, емкость катионного обмена, степень насыщенности почв основаниями, влажность, условия аэрации, температурный режим почвы.

Нами предложены следующие технологические подходы к ликвидации химического производства с последующим восстановлением хозяйственной ценности территории. Общая схема проведения работ представлена на рис. 3.

На первом этапе на территории выведенного из эксплуатации объекта необходимо проведение инженерных и экологических изысканий с целью определения климатических условий района и инженерно-геологических характеристик участка, ареалов и уровней загрязнения промышленных объектов и природных сред. Кроме того, на начальном этапе выполнения работ необходима оценка технического состояния ликвидируемых объектов, включающая в себя установление степени износа капитальных сооружений и возможности аварийных ситуаций при демонтаже оборудования и коммуникаций.

После проведения комплекса исследований на площадке разрабатываются проектные решения по ликвидации производственных объектов и восстановлению территории. Перед непосредственным выполнением работ по сносу и демонтажу зданий и сооружений выполняются работы по подготовке территории, включающие в себя очистку от мусора, металлолома, кустарников и древесной растительности.

Здания и сооружения, внутри которых в ходе исследований установлено наличие загрязнения, подлежат предварительному обезвреживанию. Канализационные сети, полы, оборудование подвергаются обработке водой, реагентами, нагретым паром.

После подготовительных работ и обезвреживания загрязнений проводится демонтаж оборудования и внутренних инженерных сетей с применением ручного механизированного инст-

румента. На этом же этапе производятся работы по демонтажу оконных и дверных проемов, снятию кровли, демонтажу перекрытий, лестниц, ограждающих конструкций.

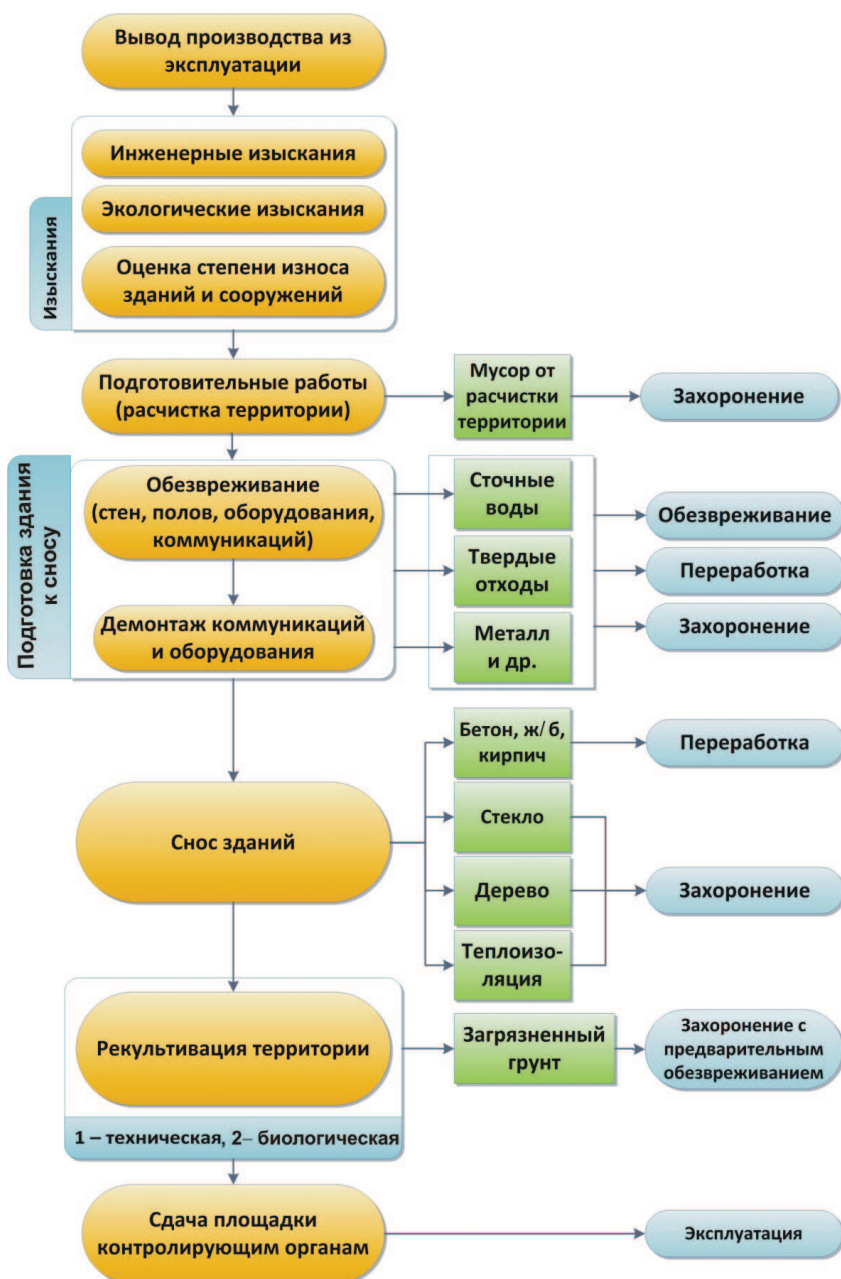


Рис. 3. Общая схема технологических подходов к ликвидации химического производства с последующим восстановлением территории

Решение о применяемом методе ликвидации зданий принимается на основании данных об этажности производственного корпуса, его площади, вида и глубины залегания фундамента. Кроме того, учитывается наличие, уровень загрязнения внутри объекта. Как правило, ликвидации методом подрыва подлежат здания, внутри которых были установлены высокие уровни загрязнения, а также многоэтажные строения с монолитными железобетонными и бетонными фундаментами. Остальные здания и сооружения преимущественно ликвидируются механическими способами (снос с использованием шар-молота или клин-молота).

Освобожденная от зданий и сооружений площадка подвергается расчистке с последующим обезвреживанием, переработкой и захоронением образующихся отходов. В ходе проведения работ необходима организация раздельного сбора отходов по видам, что в дальнейшем обеспечит возможность их переработки и максимального использования ресурсного потенциала ценных компонентов.

Кирпичный бой, бетон и железобетон могут быть переработаны методами механического дробления и фракционирования с получением вторичного щебня, применяемого для устройства временных дорог, засыпки выемок и пустот на площадке.

Бетонные и железобетонные плиты перекрытий рационально использовать для устройства временных проездов.

Отходы древесины, образующиеся при расчистке территории на этапе подготовительных работ, могут быть измельчены на месте и использованы при рекультивации.

Металлический лом, стекло, теплоизоляционные материалы могут быть переданы на переработку специализированным организациям [6].

Расчищенная территория промплощадки рекультивируется в два этапа. На первом этапе производятся мероприятия по технической рекультивации территории, включающие в себя удаление верхнего слоя загрязненных почв, засыпку выемок и пустот, выравнивание поверхности. Последующий этап биологической рекультивации – устройство растительного слоя, посев семян многолетних трав, кустарников или древесной растительности (в зависимости от целей дальнейшего использования территории).

В конце всех работ производится приемка работ с участием контролирующих органов.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. По результатам теоретических исследований и анализа проб строительных материалов и почвогрунта на остаточное содержание анилина установлено, что отходы, образующиеся при сносе производственных корпусов, не могут быть смешаны и переработаны совместно с отходами сноса зданий гражданского назначения в связи с наличием химического загрязнения и изменением класса опасности. Содержание анилина в строительных материалах установлено в диапазоне от 1,314 до 157,478 мг/кг.

2. На основании исследований миграции анилина в почвогрунтах промплощадки было установлено его содержание в диапазоне концентраций на глубине до 100 мм – от $1,7 \pm 0,5$ до $21,1 \pm 7,0$ мг/кг; более 100 мм – от $0,9 \pm 0,4$ до $7,8 \pm 1,1$ мг/кг.

3. На основании выполненных исследований были предложены технологические подходы к ликвидации химического производства с последующим восстановлением территории.

Таким образом, последовательное выполнение работ с учетом результатов качественной и количественной оценки загрязнений направлено на снижение вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, обеспечение безопасности населения близлежащих населенных пунктов, восстановление хозяйственной ценности территории.

Библиографический список

1. О федеральной целевой программе «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 годы)»: постановление Правительства РФ от 27.10.2008. № 791.
2. Вредные вещества в промышленности: справ. для химиков, инженеров и врачей. – 7-е изд. – Л.: Химия, 1976. – Т. 2. – С. 281–283.
3. (МВИ В-6-2) Методика измерения массовых концентраций аминосоединений (в пересчете на анилин) и нитросоединений (в пересчете на нитробензол) в природных и сточных водах. – М., 2002.
4. Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). – Stand. 21. – März 2006. – № 1.
5. Глазовская М.А., Геннадиев А.Н. География почв с основами почвоведения. – М.: Изд-во МГУ, 1995.
6. Ширинкина Е.С., Швецова И.Н., Батракова Г.М. Ресурсный потенциал отходов демонтажа и сноса зданий и сооружений промышленного назначения // Экология и промышленность России. – 2011. – № 5.

Получено 19.05.2011