

УДК 681.121.8

СПОСОБ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗОНОНАСЫЩЕННЫМ ЛЬДОМ И ТЕХНО- ЛОГИЕГО ЗАГОТОВКИ

К.А.ГЛУШКО, канд. т. наук., доцент, К. К. ГЛУШКО, канд. т.
наук., старший преподаватель
УО «Брестский государственный технический университет»
г. Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: животноводческий комплекс, пруд чистой воды, лед, озон, хранилище озононасыщенного льда.

Аннотация: Предложена технология локальной очистки подземных вод горизонта питьевого водоснабжения и способы заготовки озононасыщенного льда.

Key words: livestock complex, pure water pond, ice, ozone, storage of ozone-saturated ice.

Summary: The technology of local purification of underground waters of the horizon of drinking water supply and methods of harvesting ozone-saturated ice are proposed.

Во всех развитых странах мира сегодня наблюдается все возрастающая концентрация сельскохозяйственного производства. Это позволяет повысить производительность труда, нарастить объемы продукции, снизить ее себестоимость путем внедрения машинного способа производства и автоматизации процессов. Реально это выражается при производстве животноводческой продукции на крупных животноводческих комплексах, таких как «Беловежский», «Остромечево», ОАО «Журавлиное», ОАО «Отечество» и др. в Брестской области. Каждый из них насчитывает тысячу и более голов крупного рогатого скота. Крупная концентрация животных приводит к интенсивному накоплению животноводческих стоков, которые вносятся на земельные поля орошения (ЗПО) в качестве удобрений, что во времени приводит к загрязнению верхних горизонтов грунтовых вод, используемых в прилегающих населенных пунктах, где нет централизованного водоснабжения и его строительство не всегда экономически оправдано, для питьевого водоснабжения. Появляется устойчивый запах аммиака.

Данная проблема может быть решена силами хозяйств, при использовании решений, защищенных патентами. [1,2].

Для этого строится технологическая линия, непосредственно перед населенным пунктом, представленная на рис.1

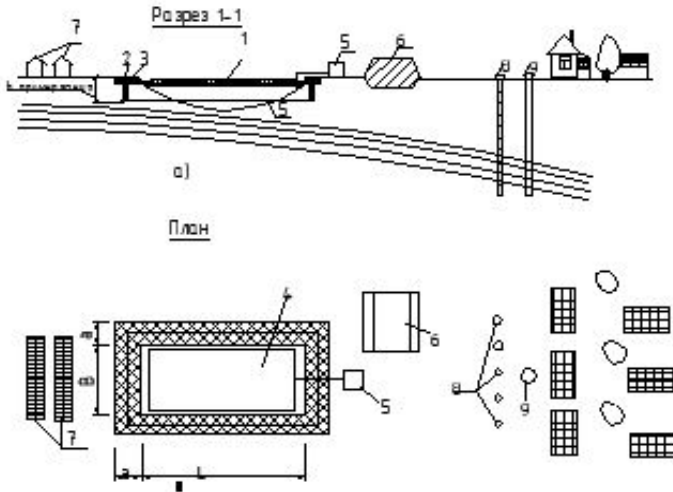


Рисунок 1 – Разрез (а) и план (б) технологической линии для очистки подземных вод

Технологическая линия включает пруд чистой воды 1, водонепроницаемый экран 2, траншею 3, ледовый покров 4, нагревающую установку 5 (например, озонатор), хранилище льда 6, животноводческий комплекс 7, фильтрующие скважины 8, место забора воды 9.

Первоначально готовят технологическую линию: в теплый период пруд чистой воды 1 ограждают водонепроницаемым экраном 2, например, из полиэтиленовой пленки. Для этого на расстоянии, определяемом конструктивным запасом в 2-4 метра от уреза воды, отрывают траншею 3 по всему периметру пруда чистой воды. Глубина траншеи определяется по формуле

$$H_{тр} = \Delta h + h_{пром.ср.} \quad (1)$$

где Δh - превышение берега над поверхностью воды;

$h_{пром.ср.}$ – среднеголетняя глубина промерзания.

В траншее устанавливают экран. Пазухи между стенками траншеи и экраном засыпают с послойным увлажнением и уплотнением для исключения пор. Верх экрана не доводят до дневной поверхности на 5-7 см. Таким образом, ледовый покров пруда чистой воды и ограждающий экран образуют емкость озона насыщения, объем которой можно рассчитать по формуле.

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром.ср.}} \quad (2)$$

где B и L - длина и ширина пруда;

a - конструктивный запас 2-4 м.;

$h_{\text{пром.ср.}}$ - среднеголетняя глубина промерзания,

На стороне пруда, противоположной расположению животноводческого комплекса 7, (источника загрязнения) готовят хранилище льда 6. Между хранилищем 6 и местом забора 9 располагают фильтрующие скважины 8.

На первом этапе в зимний период, когда сформировался сплошной ледовый покров в прудах чистой воды нагнетающей установкой 5, например, компрессором подают озон под ледовый покров. Расчетное время подачи озона (t) определяется выбранным режимом работы установки исходя из известного объема подаваемого озона ($V_{\text{оз}}$) и производительности установки (Π) по формуле

$$t = V_{\text{оз}} / \Pi; \quad (3)$$

Необходимый объем нагнетаемого озона рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta \quad (4)$$

где β - норматив озона насыщения, 0,75-1,0 мг/л [3].

Озон - газ устремляется вверх и удерживается ледовым покровом, постепенно растекаясь по всей подледной поверхности емкости озона насыщения. Поданный озон насыщает последовательно слои воды сверху вниз, уменьшает ее плотность, и по этой причине исключает конвективный теплообмен с нижележащими слоями сохраняя статическое положение. Достижение проектной границы насыщения можно контролировать расчетным путем. По мере поступления холода слои воды переходят в лед, удерживая растворенный в них озон. Подача озона под лед может вестись параллельно нарастанию мощности льда или упреждающим темпом, По мере подачи всего объема озона его достаточно для насыщения толщи льда на величину эквивалент-

ную среднемноголетней глубине промерзания, что соответствует отметке низа экрана.

На втором этапе для повышения выхода льда, насыщенного озоном выполняют пропил льда по периметру пруда чистой воды.[4]Насыщенный озоном лед всплывает значительно ввиду его малой плотности, высвобождая часть емкости озононасыщения и формируя, таким образом, дополнительную емкость озононасыщения, объем которой равен объему всплывшей части озононасыщенного льда. После того как пропил покроется льдом, т.е. когда обеспечена герметичность емкости озононасыщения, производят дополнительное нагнетание озона под лед в объеме

$$V_{oz}^{don} = V^{don} \beta, \quad (5)$$

где V^{don} - объем всплывшей части озононасыщенной льдины.

Последующие пропилы по периметру пруда не приведут к образованию сколь значительного дополнительного объема озононасыщения, так как вес льдины надводной части уже увеличился.

Учитывая, что объем пруда чистой воды имеет конкретные конечные размеры, выход льда насыщенного озоном ограничен. Для повышения выхода на третьем этапе лед в плане разрезают предпочтительно на равносторонние треугольники с переворачиванием на ребро. Несложные геометрические вычисления и экспериментальные исследования показывают, что центр тяжести льдины в случае переворачивания ее на ребро смещен к основанию. Из этого следует, что имеем неустойчивое состояние льдины, при котором ее вершина заглубляется по уровню воды в пруде, в то время как основанием она всплывает приблизительно на две третьей ее толщины. Как показывают расчеты устойчивое вертикальное положение льдин, обеспечивающее высвобождение части поверхности пруда будет сохраняться в случае принудительного их собирания в пакеты, длина которых будет не меньше длины стороны льдины. В высвобожденную часть пруда ото льда процесс подачи озона повторяется как на первом и на втором этапах.

Применение трехэтапного процесса заготовки льда, насыщенного озоном, позволит значительно повысить его выход.

В предвесенний период производится заготовка льда и его складирование в хранилищах 6.

В последующем фильтрующие скважины заполняют заготовками озононасыщенного льда. Створ фильтрующих скважин выполняют

между источником загрязнения и местом забора нормально грунтовому потоку для более эффективного их перехвата.

Талая вода скважин имеет близкую к нулевой температуре и поэтому озонотривающая способность ее велика. Грунтовый поток водоносного слоя по всей глубине фильтрующей скважины захватывает талую воду и переносит ее вниз к месту забора.

По мере перемещения грунтового потока талая вода фильтрующихся скважин смешивается с грунтовой водой и принимает ее температуру, что способствует развитию окислительного процесса. Реакция наиболее активно и полно протекает в верхней части водоносного слоя, являющегося местом забора воды на питьевое водоснабжение, так как высвобождающийся по мере прогревания талой воды озон из более теплой нижней части переносится в верхнюю, увеличивая свою концентрацию.

Данное техническое решение обладает предельно низкой энергоемкостью, простое в исполнении и легко реализуется на практике силами хозяйств и предприятий.

Литература

1. Способ очистки подземных вод от загрязнения : пат. ВУ1962 / К. А. Глушко, В. Е. Валуев, А. А. Волчек. – Оубл. 30.12.1997
2. Способ очистки подземных вод от загрязнения и технологическая линия для его осуществления: пат. ВУ 8361 / К.А.Глушко, – Оубл. 30.03.2002
3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения – М: ФГУП ЦПП, 2006. – 128с.
4. Способ получения озонотривающего льда : пат. 11845 ВУ / К. А. Глушко. – Оубл. 28.01.2009