

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Макалада ыплас сууну биологиялык ыкма менен тазалоо жолу берилген.

В статье приведены материалы по очистке сточных вод биологическим методом.

In the article are given materials on a treatment of industry sewage waters by biology methods.

Биологические методы очистки сточных вод основываются на естественных процессах жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов. Микроорганизмы, как известно, обладают целым рядом особых свойств. Из них для очистки сточных вод следует выделить следующие /1/:

- способность потреблять в качестве источников питания самые разнообразные органические (и некоторые неорганические) соединения для получения энергии и обеспечения своего функционирования;
- свойство быстро размножаться, в среднем число бактериальных клеток удваивается через каждые 30 мин;
- способность образовывать колонии и скопления, которые сравнительно легко можно отделить из водной среды после завершения процессов изъятия содержащихся в ней загрязнений.

В живой микробиальной клетке непрерывно и одновременно протекают два процесса – распад молекул (катаболизм) и их синтез (анаболизм), составляющие в целом процесс обмена веществ – метаболизм. Иными словами, процессы деструкции потребляемых микроорганизмами органических соединений неразрывно связаны с процессами биосинтеза новых микробиальных клеток, различных промежуточных или конечных продуктов, на проведение которых расходуется энергия, получаемая микробиальной клеткой в результате потребления питательных веществ. Источником питания для гетеротрофных микроорганизмов являются углеводы, жиры, белки, спирты и т.д., которые могут расщепляться ими либо в аэробных, либо в анаэробных условиях. Значительная часть продуктов микробной трансформации может выделяться клеткой в окружающую среду или накапливаться в ней. Некоторые промежуточные продукты служат питательным резервом, который клетка использует после истощения основного питания.

Механизм изъятия из раствора и последующей диссимиляции субстрата носит весьма сложный и многоступенчатый характер взаимосвязанных и последовательных биохимических реакций, определяемых типом питания и дыхания бактерий. Достаточно сказать, что многие аспекты этого механизма не совсем ясны до сих пор, несмотря на его практическое использование

как в области биотехнологии, так и в области биохимической очистки воды от органических примесей в широком спектре схем его технологического оформления.

Наиболее ранняя модель процесса биохимического изъятия и окисления загрязнений основывалась на трех главных положениях: сорбционное изъятие и накопление изымаемого вещества на поверхности клетки; диффузионное перемещение через клеточную оболочку либо самого вещества, либо продуктов его гидролиза, либо гидрофобного комплекса образуемого гидрофильным проникающим веществом и белком-посредником; метаболическая трансформация поступивших внутрь клетки питательных веществ, обеспечивающая диффузионное проникновение вещества в клетку.

В соответствии с этой моделью считалось, что процесс изъятия питательных веществ из воды начинается с их сорбции и накопления на поверхности клетки, для чего требуется постоянное перемешивание биомассы с субстратом, обеспечивающее благоприятные условия для «столкновения» клеток с молекулами субстрата.

Процесс стабильного потребления вещества начинался лишь после некоторого «периода равновесия» веществ между раствором и клетками, объяснявшегося протеканием гидролиза и диффузионным перемещением вещества через клеточную оболочку до цитоплазматической мембраны, где сосредоточены различные ферменты. С началом метаболических превращений сорбционное равновесие нарушается, и концентрационный градиент обеспечивает непрерывность дальнейшего поступления субстрата в клетку.

На третьем же этапе происходят все метаболические превращения субстрата частично в такие конечные продукты, как диоксид углерода, вода, сульфаты, нитраты (процесс окисления органических веществ), частично в новые микробиальные клетки (процесс синтеза биомассы), если процесс трансформации органических соединений происходит в аэробных условиях, то процесс называется нитрификацией. Если же биохимическое окисление происходит в анаэробных условиях, то в его процессе могут образовываться различные промежуточные продукты.

Процессы биохимического окисления у гетеротрофных микроорганизмов делят на три группы в зависимости от того, что является конечным акцептором водородных атомов или электронов, отщепляемых от окисляемого субстрата. Если акцептором является кислород, то этот процесс называют клеточным дыханием, или просто аэробным, если акцептор водорода – органическое вещество, то процесс окисления называют брожением; наконец, если акцептором водорода является неорганическое вещество типа нитратов, сульфатов и пр., то процесс называют анаэробным дыханием, или просто анаэробным.

Наиболее полным является процесс аэробного окисления, так как его продукты – вещества, не способные к дальнейшему разложению в микробной клетке и не содержащие запаса энергии, которая могла бы быть высвобождена обычными химическими реакциями. Главные из этих веществ, как уже отмечалось, – диоксид углерода (CO_2) и вода (H_2O).

Аэробная диссимилиация субстрата – углеводов, белков, жиров – носит характер многостадийного процесса, включающего первоначальное расщепление сложного

углеродсодержащего вещества на более простые субъединицы (к примеру полисахариды – в простые сахара; жиры – в жирные кислоты и глицерол; белки – в аминокислоты), подвергающиеся, в свою очередь, дальнейшей последовательной трансформации.

Брожение является процессом неполного расщепления органических веществ, преимущественно углеводов в условиях без кислорода, в результате которого образуются различные промежуточные частично окисленные продукты, такие как спирт, глицерин, муравьиная, молочная, пропионовая кислоты, бутанол, ацетон, метан и др.

Ферментативное анаэробное расщепление белков и аминокислот называют гниением. Из-за малого выхода энергии при бродильном типе метаболизма осуществляющие его микробные клетки должны потреблять большее количество субстрата (при меньшей глубине его расщепления), чем клетки, получающие энергию за счет дыхания, что объясняет более эффективный рост клеток в аэробных условиях по сравнению с анаэробными.

На практике для реализации биохимического процесса используются различные инженерные сооружения, такие как биопруды; биофильтры и др.

Очистка сточных вод в биопрудах, где они подвергаются естественному самоочищению, наиболее старая форма их очистки, применяемая еще с древности. Поэтому кажется несколько парадоксальным, что после широкого использования в практике, казалось бы, более современных технологических методов очистки сточных вод, с применением сложных сооружений, вновь стал привлекать внимание и получать широкое распространение простой и даже на первый взгляд примитивный, но очень эффективный, надежный и самое главное – дешевый способ очистки стоков в биологических прудах, применимый в первую очередь к стокам небольших сельских населенных мест и некоторых видов промышленных предприятий /2, 3/.

Наибольшее распространение биологические пруды получили в США – с 1950 года начался бурный рост числа действующих биологических прудов, уже к 1960 году насчитывалось около 900 прудов, а к началу 90-х – несколько тысяч /4/.

Среди стран всего мира успешная эксплуатация биологических прудов ведется в Канаде, США, Испании, Израиле, Южно-Африканской Республике, Чехии, Швеции, Германии и странах СНГ.

Особенно важно, что пруды получили признание и распространение не только в странах с теплым климатом, где в зимнее время они не покрываются льдом, но и в странах с суровыми климатическими условиями. Это позволяет прийти к выводу, что биологические пруды могут успешно применяться во всех климатических зонах.

В последнее десятилетие пруды получили самое широкое распространение также и для очистки стоков многих промышленных предприятий, но по отношению к этим сточным водам пруды могут занимать разное положение в системе очистки. В одних случаях в них проходит очистка полностью, в других – в пруды поступают стоки, предварительно очищенные другими способами. Различны также способы и принципы их эксплуатации. Очень распространены серии, или каскады: несколько прудов анаэробны, а последующие – аэробны.

За счет ветрового перемещения и вертикального перемещения водорослей слой воды, в котором интенсивно идет фотосинтез, несколько увеличивается, но, тем не менее, в придонных слоях прудов создаются неблагоприятные условия для фотосинтеза, что ведет к снижению концентрации растворенного кислорода в жидкости.

Если учесть к тому же, что иловые отложения в прудах содержат большой процент органических веществ, то легко представить, что вблизи дна часто возникают анаэробные условия и при этом на дне идет анаэробный распад биомассы отмирающих водорослей. Но этот момент имеет очень существенное значение в практике использования и эксплуатации биопрудов, так как интенсивный рост биомассы часто служит препятствием для использования прудов в системе очистных сооружений, а методы удаления водорослей до сих пор не решены.

Качество очистки сточных вод в биопрудах исключительно высокое, санитарно-гигиенические показатели очищенной в прудах воды также очень высоки. Водоросли обладают бактерицидной активностью, за 7 – 10 суток пребывания городских сточных вод в биопрудах коли-индекс возрастает в 1000–10000 раз.

Список литературы

1. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. – М.: Высшая школа, 1978. – 264 с.
2. Карели Я.А., Жуков В.И., Жуков Д.Р. Очистка сточных вод в биологических прудах. – М.: МИСИ, 1986. – 72 с.
3. Разумовский Э.С., Муриш Г.Л., Казарян В. А. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. – М.: Стройиздат, 1986. – 176 с.
4. Эд. Д. В. Смит. Монографии по коммунальным сооружениям в холодных регионах. – Американское общество инженеров строителей, Нью-Йорк. – 1996. – № 3. – 246 с.