

Внешним фактором самоочищения является поступление в реку или озеро менее загрязненных вод, чем воды этого объекта, или же совершенно чистых вод притоков и атмосферных осадков.

При рассмотрении внутриводоемных факторов самоочищения и загрязнения надо учитывать гидрологический режим водных объектов, гидродинамические особенности формирующихся в них течений, определяющих перенос и диффузию загрязняющих веществ, осаждение и последующее взмучивание взвешенных веществ. Важную роль могут играть биологические процессы загрязнения, например эвтрофикация водоемов. Необходимо учитывать также химические процессы преобразования веществ, их распад, синтез и т. д.

Многогранность процессов распространения загрязненных вод, самоочищения и превращения загрязняющих веществ в водных объектах является причиной того, что до настоящего времени проблема формирования качества воды в реках и водоемах, испытывающих антропогенное влияние, не решена достаточно полно. При рассмотрении динамики загрязнения и самоочищения в реках, озерах и водохранилищах в первую очередь обращается внимание на процесс разбавления как на один из существеннейших факторов снижения концентраций загрязняющих веществ в водной среде. Конечный эффект разбавления в речном потоке может быть определен на основании уравнения баланса вещества, составленного для потока в целом. Достаточно полное перемешивание вод потока со сточными водами осуществляется на значительном расстоянии от места сброса сточных вод. Это расстояние находится на основании расчета разбавления (расчета турбулентной диффузии вещества) в потоке. Теоретически створ полного перемешивания в потоке оказывается на бесконечном расстоянии от места выпуска, поэтому принято говорить о створе достаточного перемешивания. Тем не менее, по традиции этот створ иногда называют створом полного перемешивания. Предполагается, что в этом створе достигнута достаточная степень однородности водных масс, оцениваемая средним значением концентрации сбрасываемого в поток вещества. Отклонения от этого среднего в отдельных точках рассматриваемого створа небольшие, не превышающие точности измерений или расчетов.

Если поставить определенное условие о допустимой степени неоднородности водных масс в створе достаточного перемешивания в реке, то можно найти и вполне определенное расстояние до указанного створа от створа выпуска сточных вод. Степень неоднородности водных масс оценивается разностью между максимальным и средним значениями концентрации в створе. Подробнее об этом будет сказано ниже.

Уравнение баланса консервативного вещества для водотока в целом принято записывать в виде

$$s_e Q_e + s_{ст} Q_{ст} = s_{п} (Q_e + Q_{ст}), \quad (1.1)$$

где Q_e и s_e — соответственно расход воды и концентрация вещества в потоке выше места сброса сточных вод; $Q_{ст}$ и $s_{ст}$ — расход сточных вод и концентрация того же вещества в сточных водах; $s_{п}$ — средняя концентрация вещества в створе достаточного перемешивания.

Очевидно, что

$$s_{п} = (s_e Q_e + s_{ст} Q_{ст}) / (Q_e + Q_{ст}). \quad (1.2)$$

Приведенный вид уравнения баланса относится к тому случаю, когда водопользователь, сбрасывающий сточные воды в данную реку, берет воду из другого водного объекта. Если же предприятие, сбрасывающее сточные воды, имеет водозабор в той же реке выше места сброса, то уравнение баланса приобретает иной вид

$$s_e (Q_e - Q_{ст}) + s_{ст} Q_{ст} = s_{п} Q_e, \quad (1.3)$$

отсюда получаем

$$s_{п} = [s_{ст} Q_{ст} + s_e (Q_e - Q_{ст})] / Q_e. \quad (1.4)$$

Эти уравнения действительны при условии, что расходы воды водозабора и сброса предприятия примерно равны, что в большинстве случаев и наблюдается.

В загрязненных водах, сбрасываемых в водные объекты, содержатся обычно как растворенные, так и взвешенные вещества. Вблизи от места сброса происходит накопление загрязняющего вещества не только в водных массах, но и в грунтах. Одним из наиболее важных факторов загрязнения грунта является выпадение из сточных вод взвешенных частиц, плотность которых превышает плотность воды. Размеры зоны осаждения взвешенных загрязняющих частиц, а также количество загрязняющего вещества, осевшего в этой зоне, и его распределение на дне определяются количеством поступающих взвешенных веществ, размерами и плотностью загрязняющих частиц, гидрометеорологическими условиями. Если сброс осуществляется в водоем, то наиболее интенсивное осаждение взвешенных частиц происходит в зимний период, т. е. при отсутствии волнения и очень слабых течениях. При сбросе в реку осаждение оказывается наиболее интенсивным в меженьный период, когда скорости течения в реке наименьшие.

В безледоставный период в мелководных зонах водоемов при наличии ветра и волнения наблюдается ветро-волновое взмучивание осажденных ранее частиц; при этом мутные воды, загрязненные вновь взвешиваемым осадком, переносятся течением, иногда на довольно большие расстояния. В реках взмыв и перенос осажденных ранее загрязняющих веществ происходит наиболее интенсивно в периоды паводков.