

ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОЙМАХ РАВНИННЫХ РЕК (на примере бассейна Дона)

На примере равнинных рек бассейна Дона рассматриваются особенности эрозионно-аккумулятивных процессов на пойме в связи со специфической ролью лесной растительности. Дон – вторая по величине река Европейской части России. Ее бассейн занимает центральную часть южной половины Русской равнины и имеет свыше 13 тыс. водотоков общей протяженностью около 90 тыс. км. Преобладает свободное меандрирование (54%), значительно меньше развито ограниченное меандрирование (21%).

Поймы рек периодически затапливаются полыми водами на разную высоту. Взаимодействие руслового и пойменных потоков создает особые условия для эрозионных процессов, транспорта твердого стока, его кольматации и аккумуляции. Сложность этих процессов, их пестрота и мозаичность отмечались многими исследователями [1–3]. При этом не всегда учитывалась противоэрозионная, берегозащитная, аккумулирующая роль пойменных лесов, создающих специфическую шероховатость поверхности.

Основной вид эрозии на пойме – смыв и размыв почвы. Эти явления наблюдаются, как правило, на участках подмыва вогнутых берегов русла, достигающих значительных размеров при направлении основного водного потока к контуру берега под углом, близким к 90°.

Наиболее подвержены эрозии прирусловые песчаные и супесчаные наносы и почвы. Поток воды устремляется из русла в пойму, разрушая берег русла и поверхность поймы, которая может размываться до погребенных суглинистых горизонтов на глубину до 2 м.

При концентрированных потоках такие размывы распространяются вглубь поймы на расстояние до 100 м. Песчаные наносы в прирусловой части поймы подвергаются вторичному разрушению и переносятся далее, погребая плодородные почвы центральной поймы. В наиболее резкой форме выражены эрозионные процессы на изгибах берегов, где иногда формируются протоки. На прямолинейных участках берегов они выражены слабо. Наиболее интенсивно эрозионные процессы протекают в годы с повышенным уровнем половодья (менее 10% обеспеченности).

Защитная роль пойменных лесных насаждений в предотвращении эрозионных процессов сводится к уменьшению скорости потока, протекающего по пойме. Древесная и кустарниковая растительность резко увеличивает коэффициент шероховатости поймы (по Базену), который в русле Дона составляет 1–1,5, а в покрытой лесом пойме – 4–5,5. По наблюдениям Серафимовичской гидрометеорологической станции в 1963 г. скорость течения Дона в русле была 1,31–1,75 м/с, а на залесенной пойме – 0,05–0,15 м/с, т.е. в 10–26 раз меньше, что ниже величины размывающей скорости. На смежных незалесенных участках поймы Дона отмечаются размывы даже задернованной поверхности.

При концентрации пойменных потоков по водонаправляющим ложбинам и неравномерной густоте спелых насаждений крупные стволы, пни и даже корневая система древесных пород не могут предотвратить поверхностный размыв, напротив, создавая завихрения в водном потоке, усиливают его. В результате образуются большие промоины у корней и водоройны у единичных крупных стволов и пней. Такие явления имеют место в годы с высоким половодьем на прирусловой пойме. По нашим наблюдениям, густой подлесок может предотвратить поверхностный размыв в пойме и способствовать усиленному кольматажу песчаных наносов илами. Эту роль хорошо выполняют густые заросли кустарниковых ив.

Большое количество песчаных наносов поступает на пойму из русла реки, от разрушения бугристой прирусловой поймы и размыва берегов, особенно коренного левого песчаного берега, являющегося одним из основных источников поступления песка в русловый поток. Кольматирующая роль пойменных лесонасаждений заключается в аккумуляции твердого стока в период прохождения полых вод. Прирусловой лес является своеобразным фильтром, осаждающим из водного потока продукты его эрозионной деятельности. Механическое воздействие древесной и кустарниковой растительности при этом выражается в снижении скорости водного потока, в результате чего происходит уменьшение массы транспортируемых наносов. Согласно закону Эри, при снижении скорости воды в 2 раза грузоподъемная сила

потока уменьшается в 64 раза. Кольматирующее влияние прируслового леса особенно хорошо видно при сравнении нивелирных профилей, заложенных в одинаковых гидрологических условиях на луговой и лесной поймах. За счет аккумуляции твердого стока высота участков поймы, занятых лесными насаждениями, всегда намного больше, чем высота безлесных участков [4].

Проявление кольматирующей способности прирусловых лесов зависит от целого ряда факторов – высоты половодья, источника поступления основной массы наносов, угла подхода течения к контуру берега, литологии берегового откоса, лесоводственно-биологических свойств насаждений. Наиболее велика кольматирующая роль леса в годы с высокими половодьями, характеризующиеся и бурными эрозийными процессами. В максимальный паводок на Дону в 1963 г. мощность годичных отложений в прирусловом дубово-ясеневом насаждении при полноте 0,7–0,8 и слабом развитии подлеска составила 0,5–1 м, а в годы со средним половодьем (1964, 1969) не превышала нескольких сантиметров.

Следует различать три основных источника поступления песчаных наносов в прирусловую пойму: 1) подмываемый рекой коренной берег, сложенный песками (надпойменные террасы); 2) размываемые вогнутые берега русла и поверхность слоисто-супесчаной прирусловой поймы в излучинах рек; 3) выносы из впадающих в долину балок и притоков.

На участках поймы, расположенных ближе к источникам песчаных наносов (вниз по течению), где отмечается наибольшая мощность отложений, прирусловые леса задерживают основную массу наносов.

Из лесоводственно-биологических показателей насаждений решающее влияние на их кольматирующую способность оказывают густота, средний диаметр деревьев, наличие подлеска, подроста, их размещение с учетом микрорельефа. В результате обследования больших отрезков берегов Дона, Хопра, Вороны, Битюга и других рек Донского бассейна установлено, что лучше всего кольматирующую функцию выполняют густые заросли прирусловых молодняков из ив, тополей, вяза с примесью клена, жимолости, крушины и шиповника. Эти породы хорошо переносят засыпание стволов песчаными отложениями на равную высоту. На погребенной части стволов в первое же лето образуются корни, которые равномерно распределяются на всей площади занятой насаждениями, и хорошо задерживают наносы. Так, при средней густоте ивняка 35–40 побегов на 1 м² в прирусловой пойме Дона мощность отложений за 1963 г. составила 1–1,5 м. Вся толща наносов пронизана вновь образовавшимися корнями. При постоянном накоплении наносов в насаждениях образуются новые ярусы корней, скрепляющих наносы. Из древесных пород успешно переносят засыпание комлевой части стволов тополь, ветла, вяз, дуб, ясень. При размыве и повреждении корневой системы тополей они дают обильную поросль в виде густой щетки. Это в первую очередь относится к тополям белому и серому, которые должны получить наибольшее распространение в прирусловых насаждениях.

Если подлесок или молодые заросли имеют неравномерную густоту, песчаные отложения образуются в виде бугров, грив или шлейфов, которые протягиваются вглубь леса. Старовозрастные насаждения без подроста и подлеска, с редким размещением деревьев с большим диаметром стволов обладают более низкой кольматирующей способностью, однако иногда и они могут предотвратить эрозию в прирусловой пойме.

Наибольшая дальность отложения грубых песчаных наносов характерна для участков вогнутых берегов, при углах подхода водного потока >45°. На больших реках (Дон, Хопер) она составляет 500–600 м. На участках берегов с прямолинейным направлением русла кольматаж песчаных наносов наблюдается в прирусловых насаждениях на расстоянии от 10 до 50 м от берега. На петлеобразных излучинах отложение песка происходит по всему пойменному сегменту, так как пойменный поток устремляется через шейку меандра.

В зоне выпуклого берега аккумуляция песка происходит иногда и без непосредственного участия лесной растительности. Поселяющаяся здесь естественным или искусственным путем лесная растительность (ивы, тополя) закрепляет намый песок, защищает его от дефляции и смыва в русло. Растительность способствует формированию на пляжах и косах нового прируслового вала в среднем за 10–15 лет (например, на среднем Дону).

В своеобразных гидрологических условиях – при формировании спрямляющих протоков – прирусловые насаждения не всегда могут предотвратить концентрированный размыв прирусловой поймы и размыв берегов. В 1953 г. ледоход на Дону проходил при сравнительно высоком уровне половодья. В условиях большого подпора, создаваемого крутой излучиной Дона ниже с. Александровка Донская, вода со льдом разрушила прирусловую пойму и устремилась в верховье оз. Тахтарка. Деревья с диаметром ствола 24 см ломались под напором

льдин, выворачивались с корнем, в результате чего образовался большой завал. Весной 1963 г. на этом участке сформировалась протока длиной 400 м, шириной у русла Дона до 200 м и глубиной 3–5 м. После спада полых вод в протоке остались продолговатые озера, заполненные водой. В таких условиях древесная растительность не может оказать эффективное влияние на эрозионные процессы. Для предотвращения размывов берегов в таких случаях необходимо строительство гидротехнических сооружений. Прорывы излучин и образование рукавов связаны главным образом с изменениями гидравлических параметров потока. Как показывают наблюдения, густые насаждения из кустарниковых пород, расположенные по тальвегу протоков, не повреждаются льдом и лучше противостоят размыву.

Деформация речных берегов зависит от множества факторов и условий: порядка реки, удаленности от потока, величины руслоформирующего расхода, типа руслового процесса, высоты и строения руслового откоса. По очертанию в плане и характеру деформации предлагается выделять 3 типа берегов: 1) вогнутый размываемый; 2) выпуклый намываемый; 3) прямолинейный. По характеру вертикального профиля берегового откоса выделяются обрывистые, пологие и ступенчатые берега.

В прямой зависимости от этих типов берегов находится рельеф прирусловой поймы. К вогнутому размываемым берегам обычно примыкает пойма с волнистым рельефом; под лесом или кустарниками он бывает чаще бугристым, слабоволнистым. К выпуклым намываемым берегам примыкает серия прирусловых валов, расположенных веерообразно, параллельно руслу реки. Между валами остаются замкнутые или проточные ложбины с незначительным превышением дна над меженью, иногда круглый год заполненные водой. При прямолинейных берегах прирусловая пойма характеризуется выровненным рельефом, иногда слабоволнистым, и наличием одного, реже двух прирусловых валов.

Процесс подмыва берегов наблюдается постоянно – и в половодье, и в межень. Подмытые нависшие глыбы грунта не удерживаются силами сцепления и обваливаются в русло. Наиболее интенсивен процесс эрозии весной, когда весь русловый откос затоплен, грунт полностью насыщен водой, сцепление грунта уменьшено, а скорость и центробежная сила потока увеличены до максимума. В межень подмыву берега способствуют волны высотой до 0,5–1 м, образующиеся на реках при прохождении скоростных пассажирских судов и моторных лодок. Наиболее ощутимый вред они приносят на малых реках, если берега, бечевник и пляжи не защищены травянистой и древесно-кустарниковой растительностью.

Степень размыва берегов зависит от геологического строения и угла подхода водного потока к размываемому берегу. В одинаковых гидрологических условиях берега русла, сложенные слоистыми песками или пылеватыми супесями, размываются значительно быстрее, чем русловые откосы из илистого суглинка или глины. Наибольший размыв происходит при подходе водного потока к подмываемому участку берега под углом близким к 90°. При углах подхода <math><10^\circ</math> эрозия меженных берегов почти полностью отсутствует, заменяясь аккумуляцией твердого стока. Таким образом, наиболее ярко выражена боковая эрозия на вогнутых подмываемых берегах I-го типа.

Берегозащитная роль леса состоит прежде всего в укреплении почвогрунта корневой системой. Кроме того, своей надземной частью (стволы, побеги, ветви) деревья и особенно кустарники оказывают существенное волноломное воздействие, снижая до минимума эрозионную силу потока. Об этом убедительно свидетельствуют выпуклости, обычно наблюдаемые на берегах в пределах однородного морфологического строения там, где произрастает группа кустарников или деревьев. Отмытые корни древесно-кустарниковых пород механически отражают воздействие водного потока и предохраняют откос руслового берега от повреждения льдом. Поваленные стволы небольшого диаметра (до 10–15 см) с корнями, лежащие на бечевнике вдоль руслового откоса, особенно с обильной порослью (ветла, тополь) хорошо противодействуют как механический щит размыву берега.

Наилучшим образом берегозащитную роль выполняют кустарники. Так заросли ив по бечевнику или откосу берега полностью исключают эрозию. Участки берега, русловой откос которых сплошь покрыт кустарниковыми ивами, в плане резко выступают в сторону русла. Мощность годичных отложений в густых зарослях кустарниковых ив при крутизне откоса 30–45° иногда достигает 30 см. Кроме того, кустарниковые ивы сравнительно хорошо переносят повреждение льдом, длительное затопление и засыпание песком.

Крупные деревья, произрастающие на подмываемых берегах 2-го типа на крупных реках (Дон, Хопер), оказывают отрицательное воздействие на устойчивость берега. При подмывании берега эти деревья вследствие своей тяжести и раскачивания ветром падают на реку, выворачивая при этом большие глыбы грунта, что приводит к засорению русла. Отрицательное

влияние крупных деревьев на подмываемый берег в значительной степени можно ослабить своевременной их вырубкой в предполагаемой зоне скальвания.

Разрушительные процессы наблюдаются при подмывании высоких крутых берегов, где корневая система находится намного выше меженного уровня реки. На низких берегах, где корневая система древесных пород смыкается с уровнем грунтовых вод (реки Битюг, Тихая Сосна, Сейм и др.), крупные деревья оказываются устойчивыми, их корневая система густо оплетает и армирует русловый откос, и они надежно защищают берег от разрушения. Наилучшими породами в этом отношении являются ольха черная и ветла.

Несколько иная роль прирусловых насаждений на выпуклых берегах 2-го типа. В половодье здесь преобладают процессы кольматажа, т.е. осаждения и накопления твердого стока преимущественно легкого механического состава, транспортируемого водным потоком. В меженный период прирусловые насаждения закрепляют песчаные наносы, защищая их от дефляции, а в паводок предотвращают их смыв в русло, и кроме того оказывают определенное влияние на русловые процессы. Такие насаждения могут состоять из древесных пород с густым подлеском, а их опушка – из кустарников. Молодые посадки ив снижают скорость течения реки вдоль берега в 3–5 раз и защищают на некотором расстоянии ниже расположенные участки берегов. В меженный период существенную защитную роль на бечевниках берегов и в нижней части русловых откосов играет и травянистая растительность (тростники), выносящая затопление в течение всего вегетационного периода.

Изучение особенностей залесенных и безлесных речных пойм позволяет обоснованно рекомендовать систему лесных насаждений для регулирования и управления эрозионными процессами [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 280 с.
2. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ. 1979. 234 с.
3. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ. 1983. 198 с.
4. Шаталов В.Г. Прирусловые леса ЦЧО. Воронеж. 1975. 120 с.
5. Шаталов В.Г. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в долинах рек. М.: Сельхозгиз, 1984. 27 с.

Воронежская лесотехническая академия

Поступила в редакцию
15.05.95

RIVERINE FORESTS AND PROCESSES OF EROSION AND ALLUVIATION

V.G. SHATALOV

S u m m a r y

Forests growing on the plain rivers floodplains deeply influence erosion and sedimentation. They control erosion and protect the banks. The riverine forests impact on the erosion and alluviation processes is discussed with reference to various types of banks: concave, eroded, convex built-up, and rectilinear ones. The paper discusses different tree species, as well as differences in the age and density of growth. Consideration of all those data would permit to choose right species, as well as correct system of planting, and thus to regulate and control erosion and alluviation in each individual case.