

## **ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА РАЗВИТИЕ ОВРАГОВ**

Веретенникова М. В.

МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва

Анализ современной активности исследуемых оврагов, сопоставление их размеров с расчетными предельно возможными и обследование состояния противоовражных мероприятий, в частности – привершинного обвалования, показывает, что процесс оврагообразования имеет значительный потенциал развития. Старожилы в Воронежской области, где проходили наши исследования, рассказывали, что в их селе крестьяне, жившие около оврагов, в качестве барщины делали в них плетневые запруды и укладывали по бортам сетки из ивовых прутьев подобные современным гобеоновым.

При современной системе сельскохозяйственного использования территорий водосборных бассейнов длина оврагов выработана на 90–95 %, в то время как объем и площадь – на 50–80 %. При этом, повторный цикл эрозии более крупного звена эрозионной сети (балки) стимулирует интенсивное развитие более мелких эрозионных форм – оврагов, которые зачастую могут существенно увеличить длину первоначальной формы. Лесонасаждения также очень часто провоцируют образование новых оврагов, концентрируя сток по межрядовым бороздам и сбрасывая его в конце лесополосы на незащищенный склон.

Противоэрозионные мероприятия в том виде, как они запроектированы и размещены в пределах овражных водосборов, часто оказываются малоэффективными. Так на водосборе балки Лог Репный (бассейн ручья Ведуга, Воронежская область) из 29 сооружений, построенных с 1976 г. по 1990 г., 18 практически не выполняют водорегулирующих функций. Часть валов прорвана, многие имеют глубокие промоины, емкости прудков заилены и уже недостаточны для задержания паводковых и ливневых вод. Все это свидетельствует о необходимости разработки более надежных способов осуществления противоовражных мероприятий. При этом, в первую очередь, необходимо дать расчет изменений в развитии оврага, которые можно ожидать от проводимых мелиоративных мероприятий, поскольку задача каждого из них - внести коррективы в природные характеристики естественного овражного водосбора с целью предотвращения или уменьшения активности процесса оврагообразования. Таковыми, в частности, являются мероприятия, снижающие расходы воды на пике дождевого и талого стока. При проведении на овражном водосборе

водозадержания увеличивается возможность фильтрации, поскольку снижается скорость отека воды. В этом случае при переводе части стока в грунтовый суммарный расход в замыкающем створе может сохраниться. При неизменных других параметрах водосбора можно ожидать уменьшения скорости роста оврага (иногда вплоть до полного прекращения) и уменьшения предельных размеров овражной формы.

Для решения этой задачи были разработаны расчетные зависимости, показывающие степень влияния водозадержания и других противоэрозионных мероприятий на дальнейшее развитие оврагов. Полученные соотношения между предельными размерами оврага и расходами воды:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{0,67} ; \quad \frac{F_1}{F_2} = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{0,67} ; \quad \frac{W_1}{W_2} = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{1,34} ,$$

где  $L_2$ ,  $F_2$ ,  $W_2$  и  $Q_2$  – предельные расчетные длина, площадь по бровке, объем оврага и расход воды в естественных условиях.  $L_1$ ,  $F_1$ ,  $W_1$  и  $Q_1$  – те же параметры после проведения водозадержания, позволяют определить возможные размеры оврагов при регулировании процесса их формирования во время пика стока воды (в половодье). Во всех нижеприведенных зависимостях параметры со значком 2 относятся к естественным условиям водосбора: со значком 1 – значения, приобретаемые после проведения мелиорации.

Интенсивность роста оврага может характеризоваться расходами наносов или объемом выноса грунта, изменяющимися в соответствии с изменениями мутности потоков на разных стадиях развития оврагов. В первый период, когда овраг только выходит за пределы бровки склона, мутность потока определяется высокими скоростями течения при уклонах 20–25° и может быть принята, не зависимо от расхода, максимальной, близкой к мутности селевого потока [2]. В этом случае изменение скорости роста эрозионной формы можно считать прямо пропорциональной изменению расхода вода в результате применяемых мелиоративных мероприятий. По мере развития оврага, снижения уклонов и уменьшения транспортирующей способности, режим перемещения наносов овражным потоком приближается к режиму горных рек. Основываясь на зависимости [1]  $\rho \approx (V_i)^3$ , где  $\rho$  – мутность потока, г/л,  $V_i$  – его скорость ( м/с ), было получено соотношение между расходом воды и наносов для второй стадии развития оврагов :

$$\frac{R_1}{R_2} = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{1,75} ,$$

где  $Q_2$  и  $R_2$  – расход воды и наносов до проведения мелиоративных работ,  $Q_1$  и  $R_1$  – те же параметры после водозадержания. На третьей

стадии развития оврага, когда поток в нем подобен равнинной реке, по Н. И. Маккавееву (1971) мутность потока может быть принята пропорциональной квадрату скорости. В этом случае сток воды и наносов находятся в соотношении

$$\frac{R_1}{R_2} = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{1,5}$$

Глубина местного базиса эрозии ( $H$ ) в значительной степени определяет интенсивность оврагообразования. Изменение её приводит к изменению среднего уклона продольного профиля дна оврага, что, в свою очередь, влияет на предельные размеры эрозионной формы. Глубина базиса эрозии определяет предельную глубину оврага, его длину, площадь и объем. Длина оврага ( $L$ ) изменяется в зависимости от изменения глубины местного базиса эрозии ( $H$ )

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{H_1}{H_2} \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{0,67} .$$

Поскольку площадь оврага ( $F$ ) пропорциональна его длине, то

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1}{H_2} \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{0,67} .$$

Для учета изменения предельного объема оврага ( $W$ ) после мелиорации получена зависимость

$$\frac{W_1}{W_2} = \left( \frac{H_1}{H_2} \right)^3 .$$

Существенные изменения в процесс формирования оврага вносит увеличение шероховатости днища оврага, например, при установке плетневых запруд. При этом снижается скорость потока, что приводит не только к прекращению глубинного роста, но и способствует отложению на днище поступающего с водосбора материала. Зависимость для определения снижения скорости потока ( $V$ ) при увеличении шероховатости подстилающей поверхности (изменении коэффициента шероховатости « $n$ ») может быть представлена в виде

$$\frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{n_2}{n_1} \right) .$$

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00211) и Гранта Президента РФ (для гос. поддержки ведущих научных школ РФ) проект НШ-79.2012.5.

#### Литература

1. Маккавеев Н. И. Сток и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1971. 116 с.

2. Мирцхулава Ц. Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. М.: Колос, 1967. 180 с.