

## **ЗАПАДИННЫЕ ФОРМЫ МИКРОРЕЛЬЕФА НА ЛЕССОВОМ ПРОСАДОЧНОМ ПЛАТО В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Т.С. Бодосова, В.С. Кусковский, В.С. Ревякин

*В статье приведены результаты исследований западного микрорельефа на территории Алтайского края для оценки возможности их использования в качестве оснований зданий и сооружений. Впервые рассмотрено влияние просадочных блюдца на прочность дорожных одежд проложенных по ним автомобильных дорог. Разработаны рекомендации для строительства.*

*Ключевые слова: грунт, грунтовые основания, автомобильные дороги, просадочность, западины, блюдца.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Территории регионального распространения западных морфоскульптур (блюдца) характеризуются сложными с позиций инженерной геологии и строительной практики условиями. Земли, относящиеся к западному микрорельефу и распространению блюдца на лессовых грунтах в практике строительства зданий определяют как «неудобья» в первую очередь из-за разноуклонности ландшафта. В сельскохозяйственной деятельности возникают сложности с вымоканием сельхозкультур в контурах блюдца. С позиций строительства автомобильных дорог таким территориям не уделяли особого внимания. В то время как проблема сохранности дорожной сети стоит остро и при обследовании выявлены некоторые закономерности разрушений дорожных одежд дорог, проходящих по территориям с западным микрорельефом.

Следует отметить слабую научно-практическую изученность таких территорий в Алтайском крае. Тогда как пути решения проблем рационального использования и охраны геологической среды в условиях этих природно-технических геосистем диктуют целенаправленность управления развитием основных составляющих этой среды. Знание специфики западного микрорельефа, кроме избегания ошибок при проектировании сооружений, поможет объяснить и устранить разрушения уже эксплуатируемых объектов.

Объектом исследований являются лессовые плато с распространением западного микрорельефа на территории Алтайского края на примере земель Бийского и Косихинского районов. На этих землях в настоящее время осуществляется сельскохозяйственная

деятельность и проходят автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения.

Цель исследований – разработка рекомендаций по использованию западных форм микрорельефа в качестве оснований зданий, сооружений и автомобильных дорог на территории Алтайского края.

Задачи работы заключаются в следующем:

- необходимо выявить особенности рассматриваемых геосистем, свойства слагающих грунтов.
- определить влияние их на существующие автомобильные дороги.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Площади развития блюдца генетически связаны с толщиной просадочных лессовых пород. Лессовыми породами на территории Алтайского края занимается научная школа Швецова Г.И. Получен широкий пласт материала по свойствам, генезису образования и т.д. лессовой просадочной тощи, но блюдца не рассматривались до настоящего времени особо. Однако особенности территорий их распространения и сложности при освоении таких земель очевидны.

Западные формы микрорельефа как реликтовые криогенные образования детально изучались Молодых И.И. [1, 2]. Исследования проводились на Украине и в Иркутской области России. Им выявлены признаки в пользу современных просадок, недоуплотненности и деградации лессового субэразального покрова в районах развития подов и степных блюдца. Достаточно многочисленны участки, исследованные Иннокентием Ивано-

## ЗАПАДИННЫЕ ФОРМЫ МИКРОРЕЛЬЕФА НА ЛЕССОВОМ ПРОСАДОЧНОМ ПЛАТО В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

вичем, в контурах геологических тел оглеения породы сохранили склонность к просадкам при нагрузках до  $2-3 \text{ кг/см}^2$ . Данным разрезом, выполненным на территории Алтайского края [3], подтверждают сохранение (хотя и в значительно меньшей степени в сравнении с грунтами прилегающего лессового плато) просадочности на многих участках. Просадочность сохраняется ниже подошвы зон оглеения. Последнее с позиций строительной практики представляет особый интерес, поскольку бытовало мнение в отношении того, что в контурах блюдца лессовая толща полностью деградировала и не просадочна. Следует при этом иметь в виду, что контакт лессовой толщи с геологическими телами оглеения в контурах блюдца мощностью до 2-3 м представляет собой зону, где по всему периметру тела оглеения устанавливаются взаимные переходы и сочленения пород, характеризующих весьма разнообразные условия устойчивости как оснований сооружений [1]. Особую опасность представляют активность усадочных процессов и необходимость определения зон трещин усадочного типа.

Как отмечалось выше, до настоящего времени территории с западными формами микрорельефа не рассматривались в рамках сложных инженерно-геологических условий при строительстве дорожных конструкций. При прокладывании большинства дорог основание земляного полотна при необходимости выравнивают за счет перераспределения земли с соседних участков лессового плато. Однако спустя некоторое время после эксплуатации контуры блюдца опять становятся четко видны (рисунки 1, 2). По опыту решения проблемы вымокания сельхозкультур на Украине, где наблюдаются сходные инженерно-геологические условия, выравнивание западин насыпным грунтом неэффективно, так как за короткий период времени насыпной грунт трансформируется и уровень воды восстанавливается, а площади вымокания даже возрастают. Поэтому при разработке рекомендаций следует сразу исключить планировочные работы с целью искусственного нивелирования форм микрорельефа при подготовке площадей к строительству автомобильных дорог. Такие мероприятия не эффективны, поскольку контуры в таких блюдцах восстанавливаются и даже увеличиваются по сравнению с первоначальными [1]. При строительстве зданий этот метод возможен при условии дополнительного закрепления грунтов оснований.



Рисунок 1 – Экспериментальный участок на территории Косихинского района



Рисунок 2 – Экспериментальный участок на территории Бийского района.

Просадочные блюдца широко развиты на слабоуклонных площадях и соответственно являются очагами сбора и транзита поверхностного стока и направленной инфильтрацией в связи с формированием грунтовых вод и верховодок.

Для автомобильных дорог опасно влияние геологических тел оглеения в контурах рассматриваемых морфоскульптур в создании естественных зон барража грунтовых и поверхностных вод, что до настоящего времени не принималось во внимание при проектировании дорожных конструкций по таким территориям.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В ходе экспериментальной части выполнялось обследование автомобильных дорог на территории Алтайского края, часть которых проложена через блюдца.

Результаты эксперимента взяты на примере автомобильных дорог «Подъезд к с.Косиха» (рисунок 1) и «Бийск-Карабинка-гр.Республики Алтай» (рисунок 2). Первоначально осуществлялось визуальное обследование дорожных конструкций. Замечены такие дефекты, как просадки, бугры пучения, глубокая колеиность, застой воды на обочи-

нах, влажные пятна на поверхности дороги в сухую погоду, что свидетельствует о переувлажнении земляного полотна рассматриваемых участков названных дорог.

В ходе детального обследования производился отбор проб грунта основания земляного полотна, а также оценка прочности дорожных одежд согласно ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежестких дорожных одежд» [4] методом статического нагружения колесом автомобиля. Границы экспериментальных участков устанавливались таким образом, чтоб включить участок дорожной конструкции, проходящий по блюдцу и не менее 10 метров за его пределами. Контрольные точки расставлялись не реже 10 метров по ближайшей к обочине полосе наката.

Шурфы прокладывались на обочине дорог и непосредственно на прилегающей к дорожной конструкции территории. Количество шурфов для одного участка, проходящего по блюдцу, составляло не менее трех: на дне западины, за её пределами и в промежуточном месте.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования западного микрорельефа на обследуемых территориях позволяют сделать выводы о разнотипности инженерно-геологических условий в пределах небольших расстояний. Сравнение физико-механических характеристик показывает существенное отличие пород покровной толщи от породы геологических тел степных блюдец, которые относятся по отношению к лессовой толще ко вторичным образованиям.

Мощность уплотненных, увлажненных, оглеенных лёссовых отложений на дне западин может достигать 10 и более метров, при этом их свойства покровных отложений существенно изменились и, как правило, потеряли свой лёссовый облик. То есть западинные морфоскульптуры сложены избыточно-переувлажненными породами, что подтверждается вымоканием в их пределах сельхозкультур. Дно блюдец в Бийском районе не распаивается по причине неэффективности высевания растений, в весеннее время года по дну западины зацветает сурепка, что видно на рисунке 3 желтым цветом.

Анализируя результаты испытаний на упругий прогиб при оценке прочности дорожных одежд, прослеживается следующая динамика: в весеннее время года прочность ниже, чем в осеннее время года на всем протяжении экспериментального участка, часть которого проходит по лессовому просадочному

блюдцу. Максимальное значение упругого прогиба зафиксировано на точках, расположенных на склонах, то есть между дном и бортом блюдца (в среднем 2,4 мм – в весеннее время года, 1,9 мм – в осеннее время года). Этот факт в первую очередь объясняется границей смены характеристик грунтов основания, согласно наблюдениям – это самая опасная область. Также влияет миграция влаги по земляному полотну к месту сбора вод, нестабильностью склонов блюдец как основания земляного полотна в сравнении с плоским плато и самой нижней точкой на дне блюдца, а также более высокой насыпью по дну западины.



Рисунок 3 – Нераспаханное дно блюдца на пахотных землях Бийского района

Опасность этой зоны также может быть объяснена наличием усадочных трещин, которые обнаружены в шурфах, разработанных непосредственно вблизи дорог. Трещины этого типа развиты в сопредельных с блюдцами разрезах субаэрального лессового покрова, то есть на склонах блюдец, вне геологических тел оглеения и устойчивого гидроморфизма, к которым относятся днища блюдец. Приурочены они к определенной по глубине зоне в интервале от 1,10 до 3,50 м от поверхности. Зона по площади 1,20x1,40 м. Размеры трещин 1-3 см, полости, полости заполнены мелкоземом.

Таким образом, очевидна необходимость детального изучения этих геосистем и слагающих их грунтов как оснований сооружений и их коллекторно-водоупорных особенностей.

Основные рекомендации при строительстве и хозяйственной деятельности на территориях с региональным распространением блюдец сводятся к следующим положениям.

Во-первых, необходимо установить границы в плане тел оглеения путем определения физико-механических свойств грунтов с построением разрезов, что важно использовать при проектировании размещений зданий и учитывать при строительстве дорог.

## ЗАПАДИННЫЕ ФОРМЫ МИКРОРЕЛЬЕФА НА ЛЕССОВОМ ПРОСАДОЧНОМ ПЛАТО В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Во-вторых, важен учет возможности распространения усадочных трещин с желательным картированием в разрезе мест их развития.

В-третьих, необходимо определять глубину тел оглеения для предотвращения просадки лессового грунта под телами оглеения. На данное обстоятельство при проектировании зданий не обращают должного внимания, хотя такие процессы возможны даже в естественном состоянии без приложения дополнительной нагрузки. Если же тела оглеения слагают достаточные тощи, то вполне могут быть пригодны для опирания зданий на буронабивных и забивных сваях. Однако в случае размещения зданий на площадях западного микрорельефа, важно планировать фундаменты в строго либо оглеенной зоне, либо нет. Потому как именно граница разных геологических условий с возможностью усадочных трещин самое опасное и ненадежное основание.

В-четвертых, погребенные тела оглеенных пород в контурах западин, обладающих низкой фильтрационной способностью, могут формировать верховодки, как природные, так и за счет потерь воды из коммуникаций при эксплуатации сооружений.

Доступные на данный момент мероприятия для эксплуатируемых или строящихся автомобильных дорог на территориях распространения западного микрорельефа сводятся

- к сезонному осушению блюдца с обеспечением отвода сточных вод,
- устройству горизонтальных дренажей,
- химическому закреплению грунтов земляного полотна и его основания,
- гидроизоляции основания земляного полотна.

Для обоснования необходимости проведения мероприятий необходимо детальное обследование основания дороги. Особое внимание должно быть уделено переходным зонам от лессового массива к оглеенным породам.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей научно-исследовательской работе сделана первая попытка для Алтайского края в систематизации и изучении грунтов западного микрорельефа.

Выявлены причины деформаций дорожных конструкций, проложенных по просадочным блюдцам. Таким участкам не уделяется

должного внимания и не осуществляется никаких мероприятий по минимизации влияния процессов, связанных с западным микрорельефом. В то время как они являются важными составляющими в формировании верховодок, грунтовых вод и сбора сточных вод, что чрезвычайно опасно для пучинистых грунтов, из которых сложено земляное полотно построенных эксплуатируемых дорог.

При прохождении конструкции дороги по разноуклонным формам рельефа опасна резкая смена свойств основания, что влияет на напряженно-деформационное состояние всей конструкции дороги.

Приведены рекомендации, которые необходимо учитывать при освоении данных земель под строительство. Западины на лессовом просадочном плато зачастую находятся в динамическом равновесии, которое будет нарушаться при народнохозяйственной и инженерной деятельности человека, поэтому имеет значение научно-обоснованное управление развитием таких территорий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Западные морфоскульптуры / блюдца / средней части бассейна Днепра в связи с охраной геологической среды / Молодых И.И., Бублясь В.Н., Постнова Т.В., Донченко С.В., Петличенко Г.Ю. – Киев, 1988. - 44-50 с.
2. Молодых И.И. Инженерно-геологические основы изучения территорий регионального распространения западных форм рельефа Украинской части Русской платформы в связи с мелиоративным строительством: Автореф. дис. ... докт. геол.-минерал. наук. – Л., 1982.
3. Бодосова, Т.С. Исследование структуры просадочных блюдца степной части Алтайского края // 6-я Всеросс. науч.-техн. конф. студ., аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь - 2006". - г. Барнаул, АлтГТУ, апрель - июнь, 2006.
4. ОДН 218.1.052-2002 – Оценка прочности нежестких дорожных одежд (взамен ВСН 52-89) / Министерства транспорта РФ, государственная служба дорожного хозяйства - М.: Транспорт, 2003.

*Бодосова Т.С. – старший преподаватель, Алтайский государственный технический университет, E-mail: [tbodosova@yandex.ru](mailto:tbodosova@yandex.ru); Кусковский В.С. – д.г.-м.н., в.н.с., Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН; Ревякин В.С. – д.г.-н., профессор, Алтайский государственный технический университет.*