

**Материалы научно-практической конференции  
профессорско-преподавательского состава  
посвященной 20-летию Независимости  
Республики Казахстан и 19 - летию АСТИ «Дуние»**



**ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ  
ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВНОЙ ПЛОЩАДКИ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО  
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.**

*СУИНГАРИН С.М*

Накапливаемые в процессе эксплуатации остаточные деформации основной площадки земляного полотна из-за пучения зимой и осадки (уплотнения) грунта летом являются основным показателем, влияющим на надежность пути в целом. Указанные деформации – это следствие действия многих факторов, в том числе неисправностей (болезней) земляного полотна, устранение которых требует существенных трудовых и материальных затрат. Естественно, что остаточные деформации основной площадки земляного полотна в процессе эксплуатации в основном определяются величиной и количеством воздействия поездных напряжений на основной площадке, а также сопротивляемостью накоплению остаточных деформаций, определяемое составом и состоянием грунтов верхней (деятельной) части земляного полотна. Естественно также, что состав и состояние (плотность, влажность) грунтов земляного полотна по его протяжению сильно изменяется. Не следует забывать, что состояние грунтов сильно изменяется и во времени (зимой, весной, летом и осенью). Поэтому практически имеет смысл рассматривать земляное полотно из слабых и широко распространенных грунтов (суглинков).

В настоящее время нет общей теории, достаточно полно объясняющей физическую сущность процесса накопления деформаций основной площадки земляного полотна с учетом всего многообразия факторов, влияющих на этот процесс. Имеется ряд гипотез и теорий, позволяющих объяснить влияние отдельных факторов на накопление деформаций при прочих неизменных или мало изменяющихся условиях. Большинство из них относятся к однократному приложению нагрузки. По мнению ряда специалистов, характер процессов, происходящих в грунтах при многократном приложении постоянной по величине нагрузки при прочих неизменных условиях, достаточно полно объясняется теорией Г.И.Покровского поворотные нагрузки вызывают непрерывные перемещения частиц. После некоторого числа повторений нагрузки частицы грунта принимают наиболее устойчивое взаимное расположение. При постоянной нагрузке конечная величина деформации согласно этой теории зависит от начальной плотности. Данные теории хорошо подтверждаются экспериментами при многократном загрузении грунта в замкнутом объеме. В реальных условиях они применимы лишь при отсутствии сезонного промерзания и пучения грунта с разупрочнением его при оттаивании.

На большинстве участков сети наблюдается сезонное промерзание грунта верхней части земляного полотна и его пучение ( в том числе и равномерное). Все современные гипотезы, объясняющие процесса пучения, свидетельствует о существенном увеличении содержания воды пучащем слое и о разуплотнении грунта вследствие увеличения его объема из-за образования и постепенного увеличения линз и прослоек льда. В процессе их таяния и удаления избыточной влаги пучинистый слой грунта оседает за счет уплотнения под действием поездной нагрузки и собственного веса верхнего строения пути. Процесс уплотнения может длиться до следующего промерзания.

В этот период физическую сущность процесса можно с некоторым приближением объяснить на основе теории Г.И.Покровского. При последующих промерзаниях и оттаивании процесс повторяется. Если бы годичный цикл вертикальных перемещений основной площадки был замкнут, то при стабилизированном эксплуатируемом земляном полотне годовые деформации ее равнялись бы нулю и при неизменной поездной нагрузке не происходило бы накопления их по годам.

Эксперименты в натуральных условиях показали, что на стабилизированном эксплуатируемом земляном полотне деформации основной площадки из года в год накапливаются даже после пропуска за период наблюдений более 750 млн т брутто груза. Накопление деформаций существенно зависит от величины поездных напряжений, действующих на основную площадку, и количества воздействий этих напряжений.

В подрельсовых зонах накопление годовых вертикальных деформаций основной площадки на стабилизированном эксплуатируемом земляном полотне может быть объяснено тем, что в период годового цикла, кроме вертикальных перемещений частиц грунта основной площадки, описываемых теориями уплотнения и переупаковки частиц и гипотезами о пучении, также происходит горизонтальное остаточное перемещение частиц грунта из подрельсовых зон в сторону концов шпал и оси пути, т.е. в зоны с меньшим давлением на основную площадку. Такое перемещение можно объяснить двумя причинами.

1. Пучение грунта верхней части земляного полотна вследствие наличия свободных боков поверхностей ( откосы насыпи или кюветов) является объемным, т.е. грунт при пучении увеличивается в объеме не только в вертикальном, но и в некоторой степени в горизонтальном направлении. В пучинистом слое при оттаивании линз и прослоек льда грунт уменьшается в объеме вследствие его уплотнения в вертикальном направлении поездной нагрузкой и собственным весом верхнего строения пути. При этом частицы грунта, переместившиеся при пучении в горизонтальном направлении, не возвращаются в исходное положение, так как при оттаивании никакой горизонтальной уплотняющей нагрузки на них действует. Следовательно, при наличии хотя бы незначительного горизонтального пучения грунта основной площадки объяснимо наличие незамкнутого цикла вертикальных перемещений ее в течение года, т.е. объяснимо накопление годовых деформаций основной площадки стабилизированного эксплуатируемого земляного полотна.

2. Поездная нагрузка на основную площадку неравномерно распределена по длине шпалы в подрельсовых зонах она максимальна, постепенно уменьшаясь к оси пути и концам шпал. Особенно увеличивается указанная неравномерность сразу после подбивки шпал, которая во многих случаях производится только в подрельсовых зонах.

Максимальное накопление деформаций протекает по направлению линии действия максимальных напряжений, т.е. по направлению линии действия главных напряжений. Направление же этих напряжений в грунте при действии на него распределенной нагрузки, как известно, определяется градиентом нагрузки. Так, например, при градиенте, равном нулю, т.е. при равномерно распределенной нагрузке, направление главных напряжений совпадает с направлением действующей нагрузки. При указанном выше неравномерном

распределении напряжений на основную площадку градиент напряжений, действующих на нее, равен нулю только под рельсами и по оси пути. На остальных участках длины шпалы он не равен нулю. Следовательно, максимальные сжимающие напряжения действуют на основную площадку вертикально только в подрельсовых зонах. На остальных участках длины шпалы направление их действия несколько отклонено от вертикали отклонение направлено на участках от подрельсовых зон к концам шпал в сторону концов шпал, на участках от подрельсовых зон к оси пути – в сторону оси пути. Из сказанного следует, что частицы пучинистого слоя грунта после оттаивания в процессе их уплотнения перемещаются не только вниз, но и несколько смещаются из подрельсовых зон в сторону концов шпал и оси пути. За один годичный цикл такое смещение может быть ничтожно малым. Но в результате многолетних циклов уплотнения поездной нагрузкой в весенне-летний период и разуплотнения при пучении в зимний период указанные перемещения могут быть значимыми.

Конечно, реальный процесс накопления деформаций основной площадки неизмеримо сложнее, чем это следует из любой отдельно взятой гипотезы. Вероятнее всего данный процесс определяется причинами самого различного характера от гидрогеологических и термических до механических. Однако мы предполагаем, что процесс накопления остаточных деформаций основной площадки, на основе которого разработана методика и получены расчетные формулы, может быть объяснен и изложенными выше гипотезами. Многократно и надежно установлено, что повторяемость приложения определенной нагрузки на основную площадку земляного полотна вызывает большую деформацию, чем разовое приложение нагрузки большей величины.

Сказанное в полной мере относится к накоплению деформаций и повреждений других элементов пути. Поэтому за всю историю развития дорог, и особенно в послевоенный период, техническая политика в совершенствовании пути проводилась и проводится таким образом, что на более грузонапряженных участках устраивается более прочный путь (большой погонный вес рельсов, большее количество шпал на километр, большая толщина балластного слоя) на малодиагональных земляных – менее прочный. Следовательно, несущая способность пути и его элементов, а в связи с этим и величина нагрузок, действующих от рельсов на нижележащие элементы, дифференцируются по грузонапряженности линий, хотя вагоны являются вездеходными и максимально допустимая скорость для грузовых вагонов в современных условиях установлена 80 км/ч независимо от типа рельсов, эпюры шпал и толщины балласта. Возникло противоречие между практикой проектирования и распределения типов верхнего строения пути с учетом грузонапряженности и действующим расчетным аппаратом для этих целей, который не учитывает грузонапряженность. Разработанная методика расчета несущей способности основной площадки земляного полотна приводит в соответствие расчетный аппарат с практикой дифференцирования несущей и распределяющей способности пути и его элементов по грузонапряженности.

Введение этой методики расчета облегчит решение ряда вопросов и позволит более обоснованно определять техническую политику при совершенствовании пути методов его содержания, а также при определении условий обращения подвижного состава.

## **Литература**

1. Управление надежностью бесстыкового пути/ В.С.Лысюк, В.Т.Семенов, 1993.
2. Лысюк В.С., Поздняков Б.И., Типов В.П. Методика расчета несущей способности основной площадки эксплуатируемого земляного полотна// Труды ЦНИИ МПС, вып.451. – М.: Транспорт, 1971. 110 с.
3. Вериго М.Ф., Лысюк В.С. Основы методики статистической оценки прочности с учетом грузонапряженности// Труды ЦНИИ МПС, 466. – М.: Транспорт, 1972. С.51 – 67

4. Положение о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации. Приказ МПС № 12Ц от 16 августа 1994 г. Москва, 1994. 50с.
5. Яковлева Т.Г., Карпущенико Н.И., Клинов С.И., Путря Н.Н., Смирнов М.П. Железнодорожный путь (под ред. Т.Г.Яковлевой) – М.: Транспорт, 1999.405 с.
6. Шрамм Г. Верхнее строение и содержание пути железных дорог ФРГ. – М.: Трансжелдориздат, 1962.136 с.

## **ҚАЗАҚСТАН ЖЕР ҚОЙНАУЫН ҚОРҒАУ** *КАДЫРОВА А.Б.*

Жер қойнауы ұғымы кен байлығы ұғымынан кең. Кен байлығы – жер қойнауының ең маңызды құрамдас бір бөлігі. Бағалы кен байлығы, пайдалы қазбалар мемлекеттің әлеуметтік экономикалық жағдайында өнеркәсіп өндірісін ұлғайтуда көрнекті орын алады.

Қазақстан өзінің жер қойнауының байлығымен әйгілі. Бұл Жер қыртысының геологиялық құрылысы мен даму ерекшеліктеріне байланысты. Тау түзілу, магмалық жыныстардың енуі және метоморфизм (өзгеріске ұшыраған), яғни эндогендік процестердің әртүрлілігі, солармен байланысты тау жыныстарының құрылымында, минералдық және химиялық құрылымында, минералдық және химиялық құрылысында болған қандай да бір өзгерістер түрлі пайдалы қазбаларды түзеді.

Пайдалы қазбалар деп, қазіргі техниканың даму деңгейінде, табиғи түрінде немесе өңделгеннен кейін шаруашылықта пайдалануға болатын минералдар мен тау жыныстарын айтады. Әдетте, таулы аймақтарда (катпарлы және катпарлы-жақпарлы аудандарда) және шөгінді қабығынан айырылған платформаларда рудалы қазбалар кені көптеп кездеседі. Ал, шөгінді түріндегі пайдалы қазбаларды (мұнай, газ, көмір, уран және т.б.) шөгінді қабығы бар платформаларда (жазықтықтарда) кездестіруге болады. 1919-1923 жылдардың өзінде Қарағанда тас көмір алабының өнеркәсіптік мүмкіндіктері анықталды. Содан бері Қазақстан геологиялық пайдалы кендер ашылып, жоспарлы зерттеу жұмыстары жүйелі түрде жүргізіліп, қойнау туралы қажет геологиялық ақпарат алуды ғана емес, сондай-ақ пайдалы қазбаның өнеркәсіптік шоғырларын дер кезінде анықтап, бейөнеркәсіптік шоғырларды сұрыптауды да қамтамасыз ету керек. Жер қойнауын геологиялық зерттеудің жалпы жүйесінде мынадай негізгі төрт кезенді бөлуге болады: аумақты геологиялық картаға түсіру; пайдалы қазбаларды іздеу; кен орындарды барлау және игеру (өндіру).

Еліміздің экономикалық дамуына минералдық шикізат базасының нығаюы мен ұлғаюы айрықша үлес қосады.

Қазақстан экономикасы мен әлеуметтік дамуының қазіргі кезеңі геология саласына еліміздің минералдық шикізат базасын ұлғайту мен нығайту туралы мәселе қойылады. Бұл мәселені шешу пайдалы қазбаларды іздеу мен барлаудың озық әдістерін енгізу, кен орындарды болжау мен геологиялық экономикалық бағалаудың ғылыми негізделгендік деңгейін көтеру, геофизикалық және геохимиялық зерттеу әдістерін, жер беті мен оның қойнауларын зерттеу үшін аэроғарыштық құралдарды тиімді пайдалану негізінде іске асырылуы мүмкін.

Осы айтылғандарға байланысты кен – өндіріс өнеркәсібінде, жер қойнауын және жалпы табиғатты қорғау мен тиімді пайдалануға қатысты ғылыми – техникалық ілгерілеуде геологияның мәні айрықша екені көрінеді.

Геологиялық білім кен орындар мен кеніштердің қазіргі кен – геологиялық ахуалының ұдайы күрделенуі кезінде, жер қойнауын игерудің мәселелерін нәтижелі шешуге қабілетті мамандар даярлаудың ең маңызды элементі болып табылады.