УДК 624.131.3

Д.М.ШЕСТЕРНЕВ
Читинская лаборатория инженерной геокриологии ИМЗ СО РАН

ВЛИЯНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ДЕФОРМАЦИИ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС С ТВЕРДЫМ ПОКРЫТИЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Показано отрицательное влияние обводнения и деградации криолитозоны на изменение инженерно-геологической обстановки исследуемой территории и эксплуатацию линейных сооружений. Рассмотрены причины, вызвавшие возросшую активность комплекса инженерно-геологических и геокриологических процессов и явлений. Предложены мероприятия и способы устранения недопустимых деформаций линейных сооружений.

A negative influence of irrigation of water and degradation of cryolithozone on the change of geological – engineering conditions within the investigated territory and exploitation of linear structures is described in this paper. Some reasons caused increased activity of the complex of geological – engineering and geocryological processes and phenomena are considered herein too. Some actions and ways to remove inadmissible deformations of linear structures are offered.

Строительство и эксплуатация линейных сооружений в Забайкалье, включая и взлетно-посадочные полосы аэродромов (ВПП), оказывает существенное влияние на природные условия. В первую очередь это относится к нарушению водно-теплового режима, развитию ряда нежелательных инженерно-геологических процессов и явлений, отрицательно сказывающихся на устойчивости ВПП. Кроме того, строительство малых гидротехнических сооружений (гидрозолоотовалов – ГЗО, прудов-отстойников и т.п.) в зоне возможного взаимодействия техногенных и подземных вод и грунтов оснований приводит, как правило, к развитию деформаций ВПП, что и произошло в районе одного из аэропортов Забайкалья. Для установления динамики деформаций и установления их причин в конце прошлого столетия в течение года нами были выполнены стационарные инженерно-геокриологические и гидрогеологические исследования.

Район работ в геоструктурном отношении расположен в пределах Читино-Ингодинской межгорной впадины грабен-синклинального типа. В поперечном сечении впадины выделяются несколько синклинальных и антиклинальных структур. Погружению шарниров этих структур соответствует ряд пологих брахисинклиналей. На северо-восточном крыле одной из них (Черновской мульде) находился исследуемый участок ВПП. В его основании залегают элювиальные и аллювиальные верхнеплейстоценовые и аллювиальные голоценовые отложения.

Для определения причин, вызывающих деформации ВПП, был оборудован стационар на аварийном участке ВПП и близлежащей к нему территории, включая мощный техногенный теплоисточник – ГЗО, расположенный на более высоких абсолютных отметках местности в 5-6 км от ВПП. Основу стационара составляли пучиномерные площадки на периферии ВПП и пучиномерный полигон на поверхности бетонного покрытия ВПП. Наблюдения за изменением деформации ВПП (нивелирная съемка) выполнялись один раз в декаду, превышения отсчитывались по отношению к пункту государственной геодезической сети. Синхронно с этими работами выполнялись наблюдения за уровнем и расходом подземных вод по профилю гидрогеологических скважин от ГЗО до ВПП. Детализация инженерно-геологического разреза и геокриологических условий осуществлялась в ходе проходки скважин и шурфов, динамика темпе-

ратур пород, глубин и скорости их промерзания устанавливалась по результатам соответствующих наблюдений в специально оборудованных термопунктах.

Выполненные исследования показали, что в геокриологическом отношении до начала строительства аэропорта в 60-е годы на исследуемом участке в основании ВПП залегали многолетнемерзлые породы (ММП) сплошного распространения сливающегося типа. Кровля ММП залегала на глубине 2,8-4,0 м и большей частью совпадала с кровлей элювия. Подошва ММП располагалась на глубине 15-22 м. Среднегодовые температуры на глубине колебаний их годовых нулевых амплитуд изменялись в диапазоне -0,3 – -0,7 °С. В интервале 400-500 м от северного края ВПП существовал талик гидрогенного типа напорно-фильтрационного класса, в пределах которого происходила разгрузка подземных вод глубокой циркуляции. Постоянный сброс высокотемпературных техногенных вод в ГЗО обусловил в границах расширяющегося талика устойчивое тепловое и химическое загрязнение подземных вод.

В гидрогеологическом отношении на участке исследований развиты водоносный горизонт аллювиальных отложений и водоносный комплекс нижнемеловых отложений, включающий воды элювия. Гидрогеологические условия осложнены наличием субмеридиально ориентированного к сооружению разлома и приуроченного к нему сквозного талика, по которому происходит разгрузка подземных вод в вышележащие горизонты пород и на дневную поверхность. После 5-6 лет от начала эксплуатации ГЗО (с середины 70-х годов), оборудованного в котловине, в днище которого залегали ММП, на изучаемом участке ВПП разгрузка подземных вод резко интенсифицировалась. Это объясняется трансформацией несквозного талика в сквозной, что и обусловило появление дополнительного водопритока вод ГЗО через полунепроницаемый экран оттаявших донных супесчано-суглинистых отложений. Последнее подтвердилось наличием несмыкающейся линии пъезометрического уровня подземных вод нижнемелового комплекса с поверхностью воды в ГЗО, установленной сотрудниками ПГО «Читагеология». Наши наблюдения показали, что периодическое повышение зеркала вод ГЗО приводит к практически синхронному увеличению самоизлива подземных вод в скважинах на летном поле. О влиянии вод ГЗО на заболачивание летного поля свидетельствовало также и то, что при вводе в строй водопонизительных скважин с августа по сентябрь самоизлив в скважинах, расположенных за пределом разлома, прекращался. В то же время в скважинах, расположенных в зоне разлома, это не происходило.

Локальные изменения природных условий в районе исследований обеспечили изменения температур ММП и привели к образованию ММП несливающегося типа, обусловили частичную их деградацию. В свою очередь различие глубин проникновения энергоциклов в горные породы и степени воздействия криогипергенеза (криогенного выветривания), селективный характер обводненности, обусловленный различием состава элювиальных образований, привели к формированию зональности осадок ВПП. Как правило, области повышенных осадок ВПП были приурочены к участкам с максимальными мощностями элювия, представленного дресвяно-щебенистыми пылевато-песчаными тиксотропными грунтами, минимальные значения осадок ВПП отмечалось на участках, сложенных элювием алевролитов, выветрелых до суглинков твердой консистенции.

Переход элювия в талое состояние при деградации ММП вызвал его повышенную обводненность и привел к тому, что при наличии динамических нагрузок, испытываемых ВПП при взлете и посадке самолетов, потенциально тиксотропные грунты перешли в категорию тиксостропных грунтов песчано-коллоидного типа. Общим свойством грунтов этого типа являлась зависимость степени нарушения структурной прочности от интенсивности и продолжительности динамических нагрузок. При этом скорость разрушения структуры грунтов увеличивалась с увеличением амплитуд колебаний динамической нагрузки, значи-

тельно меньшее влияние оказывало изменение ее частоты.

Деформации ВПП и ее периферии в ходе годового цикла промерзания и протаивания грунтов оснований совпадали по направлению – положительному (пучение) или отрицательному (осадки), но значительно отличались по значениям. Особенно это наблюдалось в интервале 200-500 м, где интенсивность динамических нагрузок на бетонное покрытие ВПП наиболее высокая. Несовпадения по знаку деформаций в течение августа и сентября (обнаруженные во время текущего ремонта ВПП и отсутствии динамических нагрузок) объясняются, вероятно, восстановлением структурных связей в тиксотропных грунтах основания ВПП. После завершения работ в сентябре и октябре осадки ВПП были менее значительны и не достигали ранее установленных характеристик, что, по-видимому, обусловлено снижением обводненности грунтов после ввода водопонизительных скважин.

Влияние тиксотропии на деформации ВПП наиболее четко прослеживалось в периоды максимального обводнения грунтов основания в июне, июле и в октябре, ноябре. Это подтверждалось прогрессирующими значениями осадок ВПП и грунтов на расстоянии до 10 м от ее края. В конце июля, когда разрушения структуры тиксотропного грунта достигали максимальных величин, на пучиномерных площадках деформации осадок замедлялись и приобретали обратный характер. Это свидетельствовало о выдавливании тиксотропного грунта по периферии ВПП, осадки которой продолжались. В июле и августе эксплуатация ВПП была приостановлена. В этот период деформации бетонного покрытия и полосы грунта на ее периферии сменили свой знак.

Таким образом, было установлено следующее:

- развитие комплекса инженерно-геологических и геокриологических процессов, отрицательно влияющих на эксплуатационные характеристики ВПП, в районе исследований обусловлено непродуманным размещением ГЗО;
- грунты криогенного элювия при деградации ММП становятся потенциально тиксотропными, а при дополнительном их обводнении и воздействии динамических нагрузок – тиксотропными.

Для ликвидации деформаций ВПП был рекомендован комплекс мероприятий по обезвоживанию грунтов оснований, замене тиксотропных и потенциально тиксотропных на крупноскелетные морозостойкие грунты. Реализация рекомендованных мероприятий позволила устранить основные причины деформаций ВПП, вывести ВПП из аварийного состояния и обеспечить высокую эффективность ее дальнейшей эксплуатации.