

№1, 1999

## **В.А. Флорин и его научная школа механики грунтов (к 100-летию со дня рождения)**

**А.К. Бугров**

8 декабря 1999 г. исполняется 100 лет со дня рождения чл.-корр. АН СССР, профессора, д.т.н. Виктора Анатольевича Флорина (1899-1960 гг.), Идеи и основополагающие работы В.А.Флорина во многом определили направление развития многих разделов отечественной механики грунтов на долгие годы, а его научная школа получила широкое признание и стала одной из основных в СССР и России.

В.А.Флорин родился в г.Либаве в семье крупного инженера-гидротехника-портостроителя, что, по-видимому, и определило направленность его будущей профессиональной деятельности. В 1922 г. он закончил Петроградский институт путей сообщения (ныне ПбГУПС) по специальности “гидротехнические конструкции, основания и фундаменты, земляные сооружения и механика грунтов”.

Особенностью творческого пути В.А. Флорина была более чем 15-летняя (1922-1937гг) производственная и проектная деятельность (производитель работ, инженер техотдела, руководитель группы проектировщиков и др.) в области гидротехнического строительства сначала на Волховстрое, затем на строительстве Ленинградского торгового порта, на Свирьстрое, в Ленгидроэнергопроекте и в ряде других организаций Ленинграда. На строительстве Нижне-Свирской ГЭС им был предложен и разработан впервые в мире вариант сборного железобетонного перекрытия машзала станции, осуществленного вместо предполагавшегося металлического, поставляемого Германией за валюту.

Начало научно-исследовательской работы В.А. Флорина относится к периоду его интенсивной проектной деятельности. Уже в 1932 г. на Свирьстрое им была начата и продолжена в Гидроэнергопроекте разработка новых методов расчета оснований гидротехнических сооружений на нескальных (“податливых”) грунтах. Значительным этапом научной деятельности В.А. Флорина явилась его работа (1937-1948гг) во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева в лаборатории грунтов и оснований, сначала старшим научным сотрудником, а с 1942 г – руководителем лаборатории.

В 1940 г. В.А. Флорин защищает докторскую диссертацию “Некоторые вопросы расчета оснований гидротехнических сооружений” и в 1941 г. утверждается ВАКом в степени доктора технических наук, а в 1942 г. – в звании профессора.

В 1948 г. профессор В.А. Флорин перешел на работу в Ленинградский политехнический институт (ныне СПбГТУ), где в 1949 г. им была основана кафедра “Подземные сооружения, основания и фундаменты”, которой он руководил более 11 лет. С 1950 г. по совместительству руководил Ленинградской группой Института механики АН СССР, а в 1953 г. В.А. Флорин избирается чл.-корр. АН СССР.

Производственная и проектная работа безусловно оказали большое влияние на всю научную деятельность В.А. Флорина, на производимые им исследования, взгляды и убеждения, что в значительной мере определило направления созданной им научной школы механики грунтов.

В научной школе В.А. Флорина можно выделить три основополагающих направления:

- разработка современной теории консолидации (уплотнения) водонасыщенных грунтов;

- исследование напряженно-деформированного состояния оснований и грунтовых сооружений, включая разработку методов определения напряжений по контакту сооружений с основаниями;
- исследование разжижения и уплотнения водонасыщенных песчаных грунтов при динамических воздействиях.

Первым этапом развития В.А. Флориным теории уплотнения земляных масс явилось опубликование им серии работ (1938-39гг), в которых впервые в механике грунтов была сформулирована полная постановка плоской и пространственной задач консолидации двух- и трехкомпонентного грунта в рамках модели “объемных сил”. Позднее, в 1941-1943 годах, эта модель была независимо опубликована в работах М. Biot, анализ которых дан В.А. Флориным в монографии [1]. В настоящее время модель “объемных сил” теории консолидации с учетом ее появления в отечественной литературе принято называть “моделью Флорина-Био”. Следует заметить, что практическое использование данной модели стало возможным только при появлении мощных ЭВМ и началось в 1970-1980-х годах.

В указанных работах детально рассмотрено начальное напряженное состояние скелета земляной среды при быстром приложении любым способом распределенной нагрузки. Было показано, что в условиях плоской и пространственной задач даже в случае водонасыщенной среды возникают “мгновенные” осадки, увеличивающиеся по мере протекания процесса уплотнения. Тем самым была доказана неправомочность утверждения, что в условиях 2-3-х мерных задач приложенная нагрузка в начальный момент воспринимается только водой, как это имеет место в случае одномерной задачи.

В дальнейшем В.А. Флориным была дана постановка задач консолидации, допускающая принятие любой расчетной модели для скелета грунта, получившая название “основной расчетной модели Флорина” (1948г). Применительно к этой модели была разработана методика численного решения задач консолидации способом конечных разностей, позволившая учитывать влияние на процесс уплотнения многих факторов (постепенность возведения сооружения, переменность области уплотнения, наличие дренажей, неоднородность и анизотропия грунтов и др.). Следует заметить, что применение метода конечных разностей позволило уже в 1940-е годы решить многие практически важные задачи консолидации грунтов и позднее существенно расширить круг этих задач при использовании ЭВМ.

Обобщенное изложение разработок по теории консолидации в рамках модели “объемных сил” и “основной расчетной модели” дано В.А. Флориным в монографии [1], ставшей крупным отечественным трудом по механике грунтов. Важным и определяющим дальнейшее развитие теории консолидации явился выполненный затем В.А. Флориным учет начального градиента напора, структурной прочности и нелинейной сжимаемости грунта, ползучести скелета грунта и явлений его старения [2,3].

В 1936-1939 годах В.А. Флориным был разработан общий метод определения контактных напряжений по подошве балок и полос конечной длины и переменной жесткости, опирающихся на упругое основание. Позднее (1941-1948гг) было предложено экспериментальное определение методом ЭГДА напряжений по подошве сооружения и в его основании, затем решена задача о распределении касательных напряжений по подошве растяжимой полосы, нагруженной на конце горизонтальной силой, и разработана методика определения сил трения по подошве анкерных понуров. В эти же годы опубликован метод определения осадок сооружений с учетом боковых деформаций грунта и приближенный способ определения очертания областей пластических деформаций и исследованы условия появления этих областей. При этом был выявлен приоритет Н.П. Пузыревского и Н.М. Герсеванова в решениях задач о величине критической краевой нагрузки, опубликованных ранее аналогичного решения О.К. Frohlich. Обобщение и развитие методов и разработок дано

В.А. Флориным в монографии [4], долгие годы служившей практическим руководством для проектирования гидротехнических сооружений и их оснований.

Существенным этапом в развитии механики грунтов явилась разработка В.А. Флориным условий моделирования напряженно-деформированного состояния грунтовой среды при наличии в ней зон допредельного и предельного напряженного состояния (“смешанное” напряженное состояние) [4,5]. Исходя из указанных условий, был выполнен критический анализ исследований с применением моделей-штампов малого размера для проектирования инженерных сооружений. Особое внимание В.А. Флориным уделялось вопросам оценки области применимости различных расчетных моделей. В частности, был обоснован критерий применимости решений теории упругости к грунтам — за таковой принята степень развития областей пластических деформаций.

Все отмеченные выше разработки по теории консолидации и расчету оснований В.А. Флориным были дополнены, обобщены и систематизированы в двухтомной монографии [5], остающейся и сейчас признанным фундаментальным трудом по современной механике грунтов.

Третьим направлением научной школы В.А. Флорина явились исследования им разжижения и уплотнения водонасыщенных песчаных грунтов при динамических воздействиях [6,7]. Важным этапом этих исследований была критика В.А. Флориным концепции “критической пористости” и изучение под его руководством явления разжижения в лабораторных и полевых условиях, в том числе и на строительстве крупных гидроузлов. Было предложено использовать взрывы глубинных зарядов для исследования в полевых условиях плотности и возможности разжижения песчаных водонасыщенных грунтов (метод “стандартных взрывов”) и был разработан метод уплотнения рыхлых песчаных грунтов глубинными взрывами. Результаты этих работ внедрены В.А. Флориным на строительстве гидротехнических сооружений Средней Азии, Камской и Волжской ГЭС, Нарвской ГЭС и др. В дальнейшем, в 1960-е годы исследования разжижения и уплотнения несвязных и малосвязных грунтов были продолжены в ЛПИ П.Л. Ивановым с сотрудниками кафедры ПСОиФ. Результаты этих работ, обобщенные проф. П.Л. Ивановым, определили бесспорный приоритет советской школы в отмеченной области механики грунтов.

В 1960-е годы были развернуты крупные работы по исследованию свойств грунтовых материалов, развитию моделей и методов расчета напряженно-деформированного состояния и консолидации грунтов системы “основание – плотина”. Их проведение определялось необходимостью научного обоснования проекта каменно-земляной Нурекской плотины высотой 311 м, не имевшей аналогов в мире. Эти работы были начаты еще по инициативе В.А. Флорина в 1959 г и базировались на достижениях его научной школы механики грунтов.

Заметим также, что в проводимых сейчас кафедрой “Подземные сооружения, основания и фундаменты” исследованиях по геотехнике реконструкционных работ используется опыт, начало которому было положено в 1940-1950-е годы выполненными под руководством В.А. Флорина научными разработками, обеспечившими нормальную эксплуатацию Исаакиевского собора на многие годы.

В исследовательских работах, проводившихся под руководством В.А. Флорина, активное участие принимали его коллеги (В.Г. Короткин, И.Е. Руднева, Д.М. Тартаковский) и многочисленные аспиранты (18 чел) [5]. Специалистам хорошо известны имена: Г.Я. Булатова, С.С. Бушканец, А.И. Работникова, А.М. Рустейки, В.П. Сипидина, А.Г. Соколова, Г.Т. Трункова и др., прошедших школу В.А. Флорина, а пятеро его учеников (П.П. Бородавкин, И.М. Васильев, П.Л. Иванов, Н.Д. Красников, Ю.И. Соловьев) успешно защитили докторские диссертации и внесли значительный вклад в развитие механики грунтов.

Возглавив в 1949 г в ЛПИ кафедру “Подземные сооружения, основания и фундаменты”, В.А. Флорин уже на начальном этапе создания кафедры разработал программу и детальную методику преподавания механики грунтов как самостоятельной (в отличие от других ВУЗов) общетехнической теоретической дисциплины. За короткий период (1949-1950гг) на кафедре был полностью сформирован взаимосвязанный комплекс учебных дисциплин, включающий курсы “Инженерная геология”, “Механика грунтов”, “Основания и фундаменты”, “Туннели”, сохранившиеся в своей основе до настоящего времени. В это же время были созданы на кафедре хорошо оснащенные по тем временам учебная и научно-исследовательская лаборатории механики грунтов.

Наряду с научной, учебной и методической работой В.А. Флорин активно участвовал в общественной жизни. Многие годы он возглавлял секцию “Основания и фундаменты” НТО строителей, с 1953 г. являлся бессменным депутатом Ленгорсовета и много энергии отдавал этой работе.

За прошедшие почти 40 лет после безвременной кончины В.А. Флорина развитие “научной школы механики грунтов Флорина” его многочисленными учениками и последователями привело к значительным успехам во всех направлениях этой школы и, в первую очередь, в теории консолидации, нелинейной механики и динамики грунтов. Выполненные за эти годы исследования позволили успешно решить сложные задачи по проектированию и строительству высоких плотин Нурекской, Рогунской и Колымской ГЭС, защитных сооружений С-Петербурга от наводнений, крупнейших хранилищ жидких и твердых отходов (“хвостохранилищ”), буровых платформ на шельфе и многих других объектов.

#### Литература

1. Флорин В.А. Теория уплотнения земельных масс. М., Стройиздат, 1948.
2. Флорин В.А. Уплотнение земляной среды и фильтрация при переменной пористости с учетом влияния связанной воды. Известия АН СССР, О.Т.Н., №11, 1951.
3. Флорин В.А. Одномерная задача уплотнения с учетом старения, нелинейной ползучести и разрушения структуры грунта. Известия АН СССР, О.Т.Н., №9, 1953.
4. Флорин В.А. Расчеты оснований гидротехнических сооружений. М., Стройиздат, 1948.
5. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т1,2., М.-Л., Госстройиздат, 1959,1961.
6. Флорин В.А. Явления разжижения и способы уплотнения рыхлых водонасыщенных оснований. Известия АН СССР, О.Т.Н., №6, 1952.
7. Florin V.A., Ivanov P.L. Liquefaction of Saturated Sandy Soils. Proc. Of the V Intern. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., v.1, Paris, 1961.