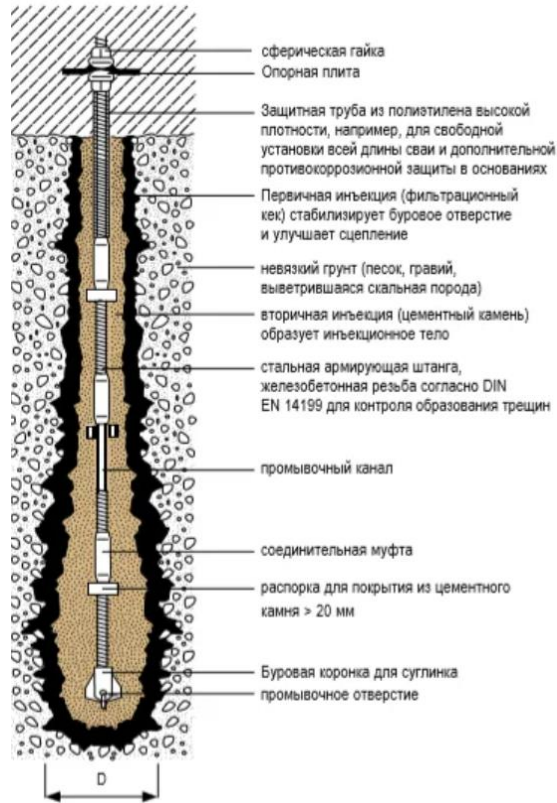
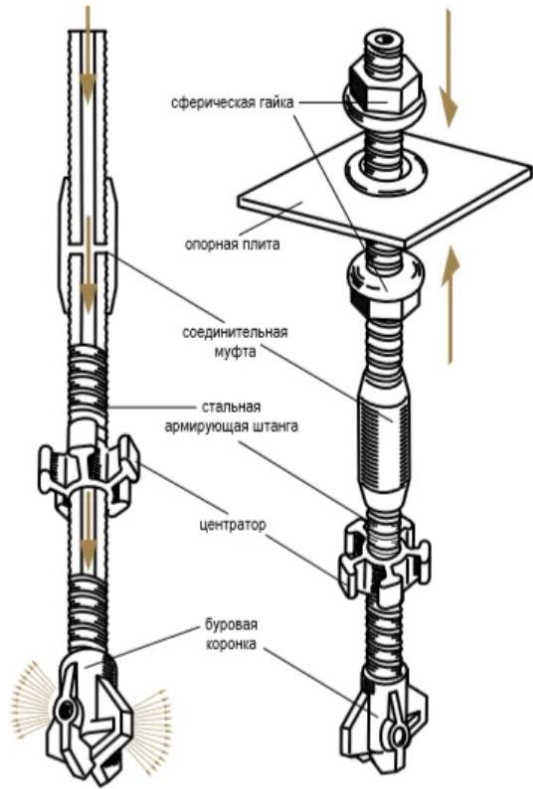




**Численный расчет предельной несущей способности анкеров по материалу на скручивание в условиях взаимодействия с грунтами различной прочности**

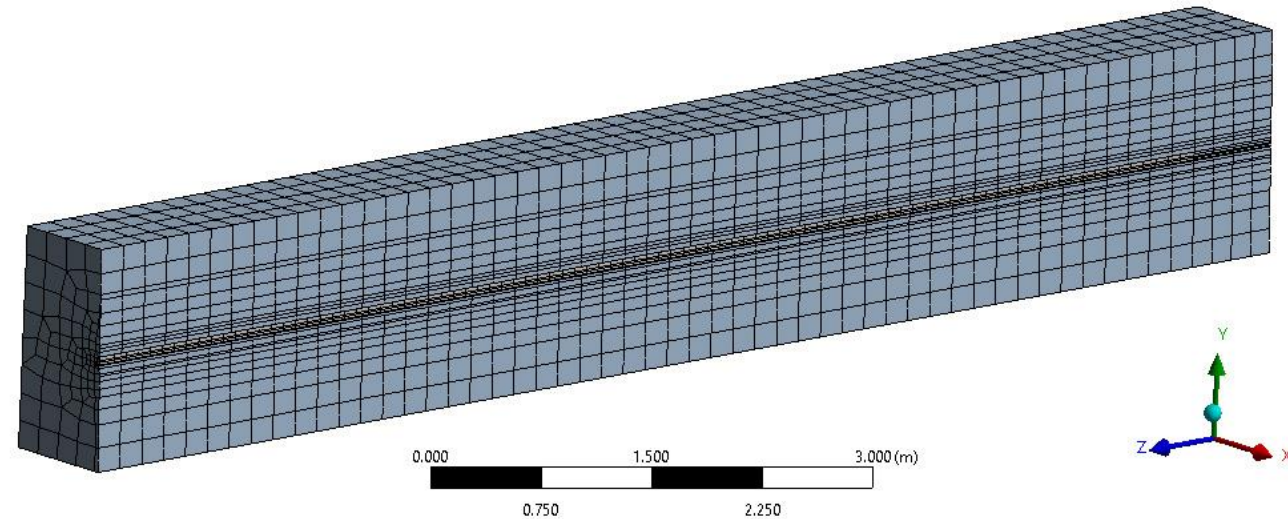
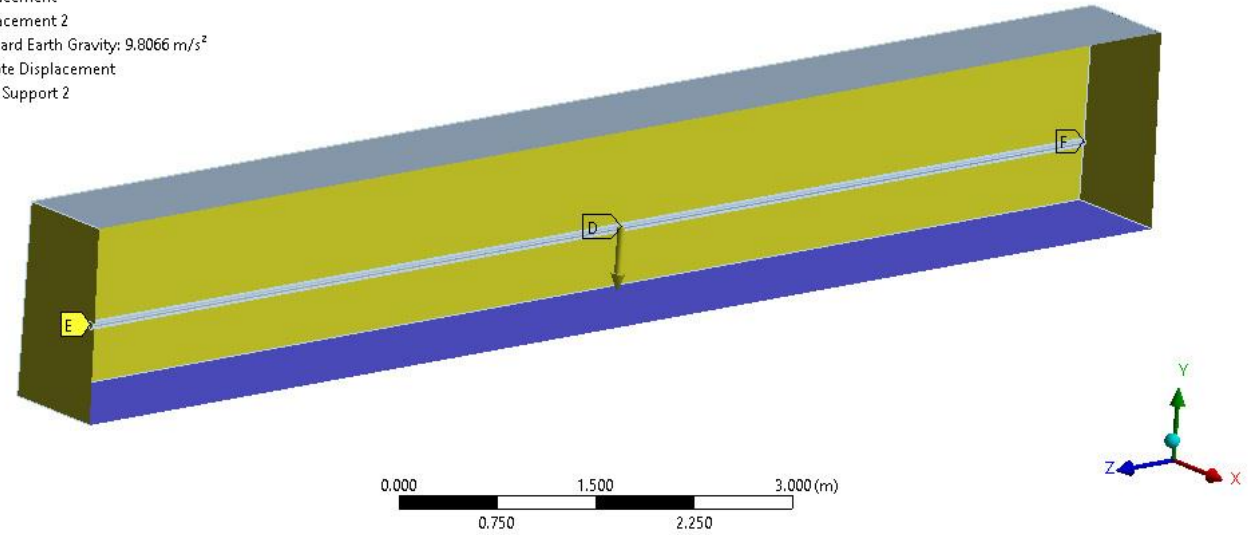


# Общее устройство трубчато-винтовой штанги, конечно-элементная модель и граничные условия модели



L: Copy of 10m  
Static Structural  
Time: 0.17951 s  
01.04.2026 18:05

- A** Fixed Support
- B** Displacement
- C** Displacement 2
- D** Standard Earth Gravity: 9.8066 m/s<sup>2</sup>
- E** Remote Displacement
- F** Fixed Support 2



# Характеристики материалов

## Модель скального грунта

Density	2000	kg m <sup>-3</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young'... ▾	
Young's Modulus	30	MPa
Poisson's Ratio	0.28	
Bulk Modulus	2.2727E+07	Pa
Shear Modulus	1.1719E+07	Pa
Drucker-Prager		
Drucker-Prager Base		
Uniaxial Compressive Strength	5E+07	Pa
Uniaxial Tensile Strength	5E+06	Pa
Biaxial Compressive Strength	6E+07	Pa

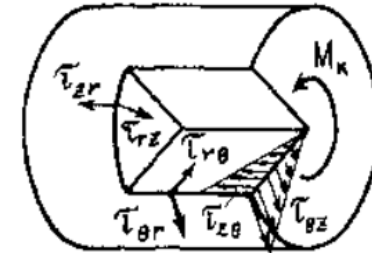
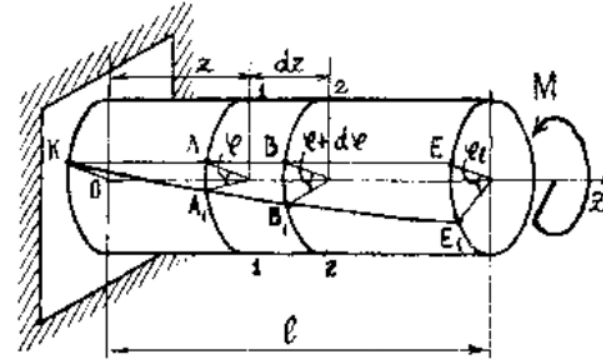
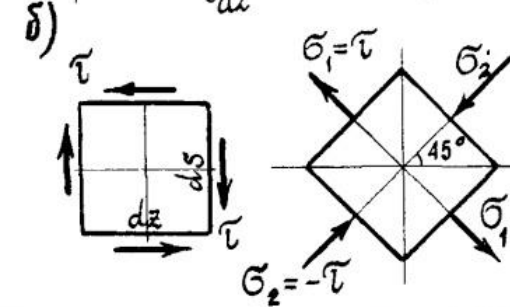
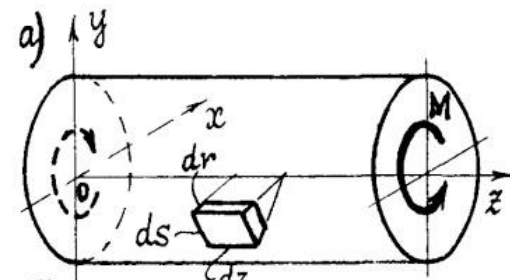
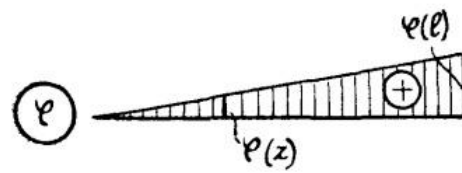
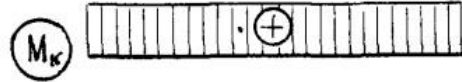
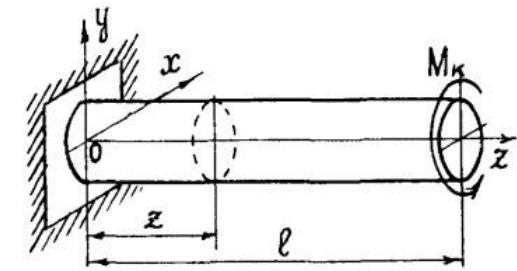
## Модель песчаного грунта

Density	2000	kg m <sup>-3</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's Modu... ▾	
Young's Modulus	30	MPa
Poisson's Ratio	0.3	
Bulk Modulus	2.5E+07	Pa
Shear Modulus	1.1538E+07	Pa
Mohr-Coulomb		
Yield Surface		
Initial Inner Friction Angle	35	degree
Initial Cohesion	1000	Pa
Dilatancy Angle	2	degree
Residual Inner Friction Angle	35	degree
Residual Cohesion	1000	Pa

## Модель стали

Density	7850	kg m <sup>-3</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young'... ▾	
Young's Modulus	2E+05	MPa
Poisson's Ratio	0.3	
Bulk Modulus	1.6667E+11	Pa
Shear Modulus	7.6923E+10	Pa
Bilinear Isotropic Hardening		
Yield Strength	300	MPa
Tangent Modulus	2000	MPa

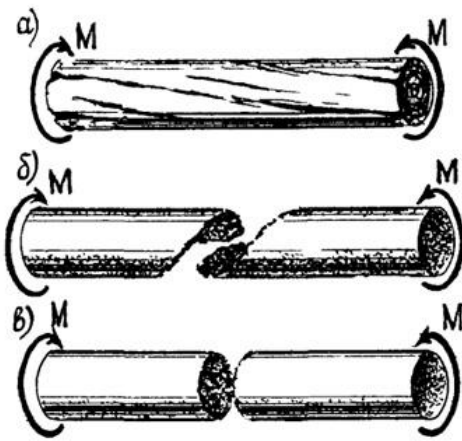
# Кручение стержней. Внутренние усилия и напряжения при кручении



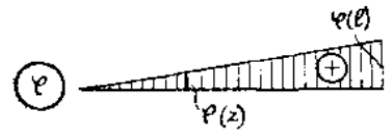
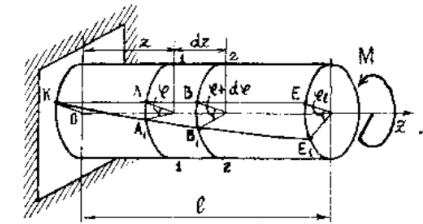
$$\tau_{yield} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} = \frac{300}{\sqrt{3}} = 173 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J} = \frac{T \cdot r}{\pi \cdot d^4 / 32}$$

$$T_{yield} = \frac{J \cdot \tau_{yield}}{r} = 5.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

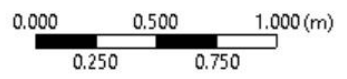
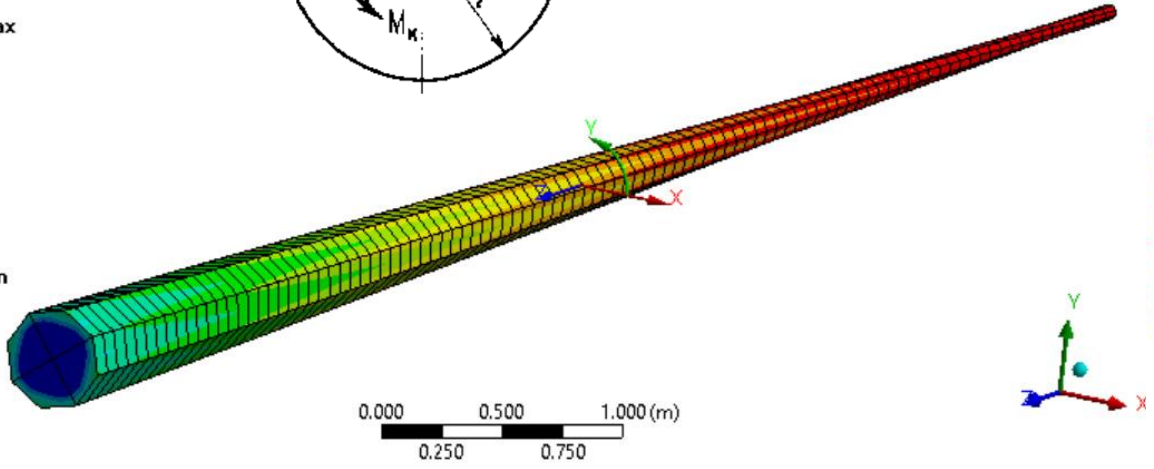


# Кручение стержней. Внутренние усилия и напряжения при кручении



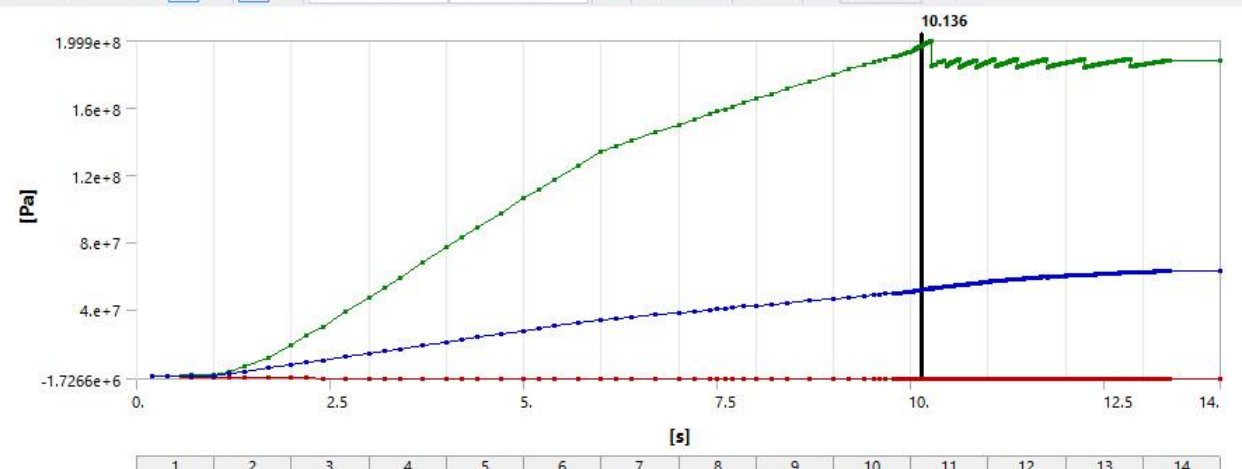
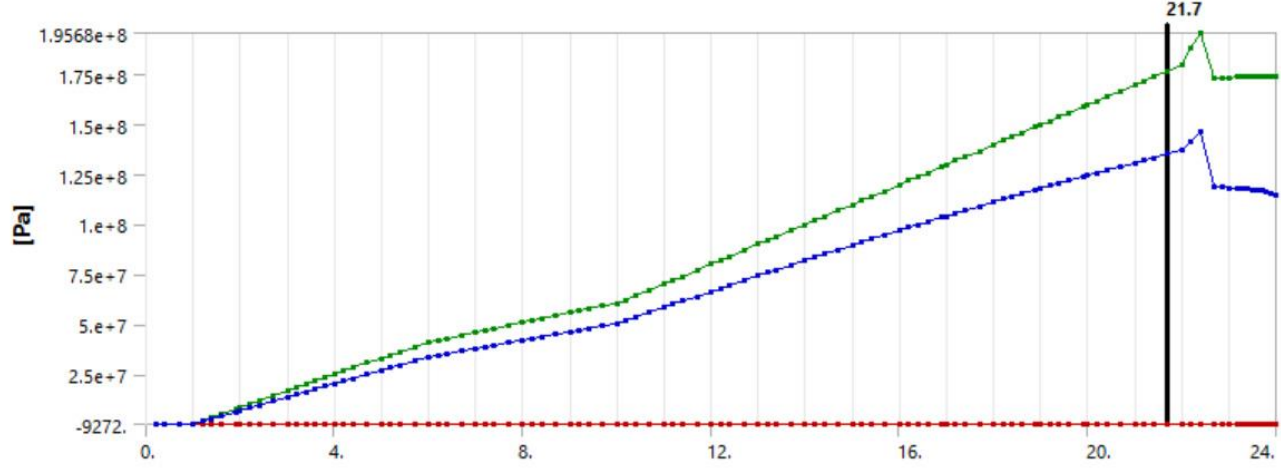
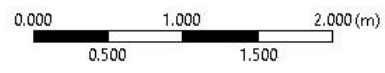
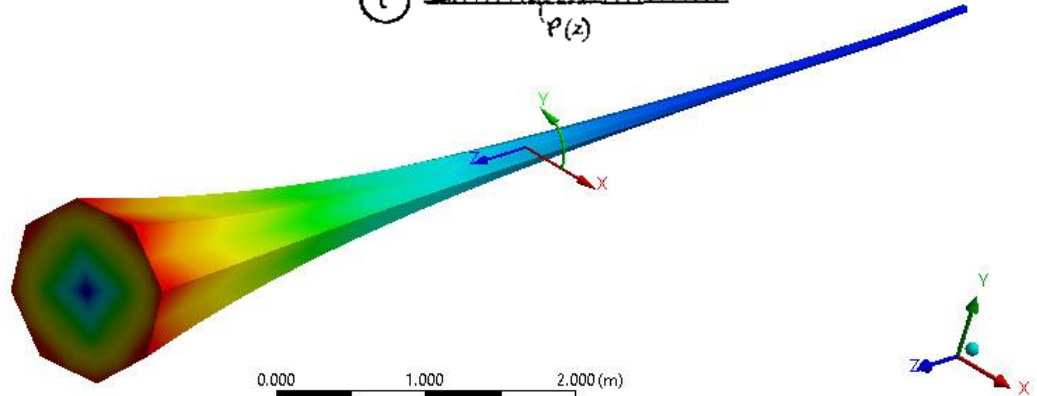
R: 10mNoSoil  
 Shear Stress  
 Type: Shear Stress(YZ Component)  
 Unit: Pa  
 Coordinate System  
 Time: 21.7 s  
 Deformation Scale Factor: 10.  
 05.04.2026 12:21

1.766e8 Max  
 1.6199e8  
 1.5444e8  
 1.4689e8  
 1.3934e8  
 1.2923e8  
 1.1912e8  
 1.09e8  
 9.8893e7  
 -4048.5 Min



L: Copy of 10m  
 Shear Stress 2  
 Type: Shear Stress(YZ Component)  
 Unit: Pa  
 Coordinate System  
 Time: 10.136 s  
 Deformation Scale Factor: 80.  
 06.04.2026 15:27

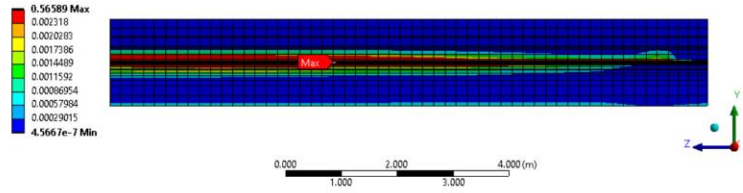
1.9693e8 Max  
 1.7486e8  
 1.5279e8  
 1.3072e8  
 1.0865e8  
 8.6581e7  
 6.4512e7  
 4.2442e7  
 2.0373e7  
 -1.696e6 Min



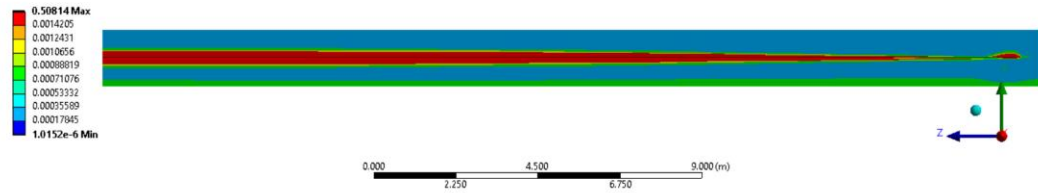
# С песчаным грунтом

# Изополя деформаций в грунте

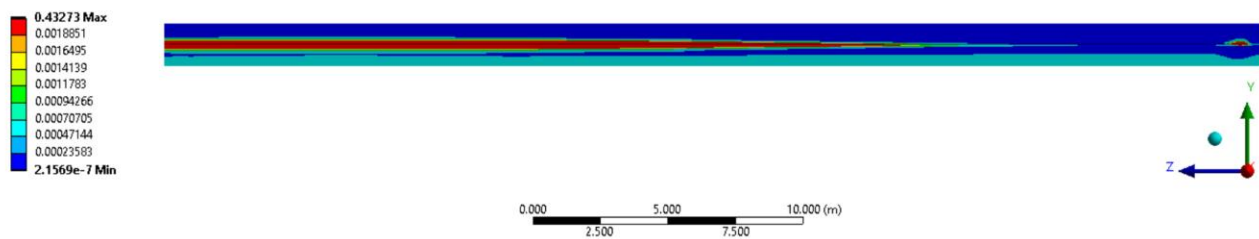
O: Copy of Copy of 10m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 12 (Unconverged) s  
 Deformation Scale Factor: 0.0 (Undeformed)  
 04.04.2026 10:11



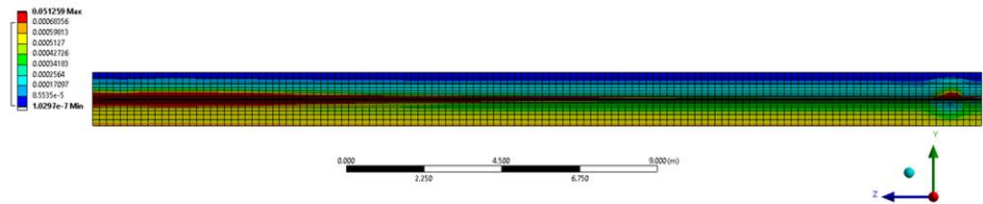
Q: Copy of 25 m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 13.948 s  
 Deformation Scale Factor: 0.0 (Undeformed)  
 04.04.2026 10:29



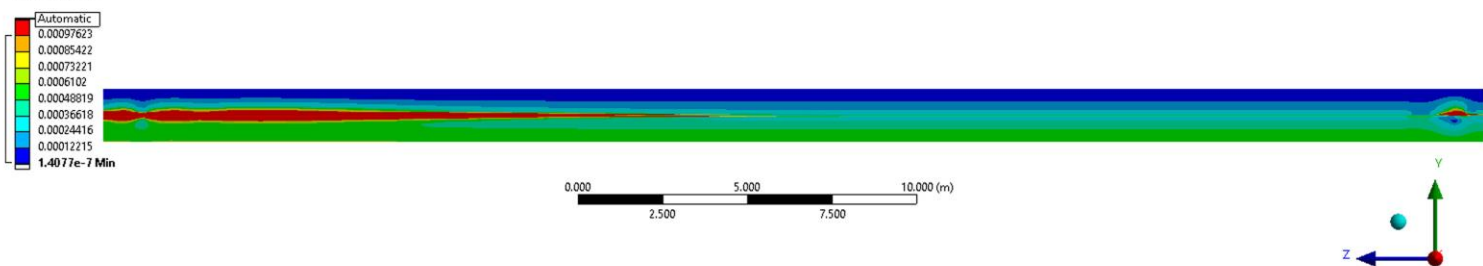
P: Copy of Copy of 40m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 19.873 s  
 Deformation Scale Factor: 0.0 (Undeformed)  
 04.04.2026 10:38



N: 25 m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 17 (Unconverged) s  
 Deformation Scale Factor: 1.0 (True Scale)  
 01.04.2026 10:04

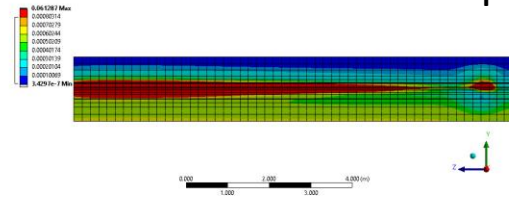


M: Copy of 40m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 21.8 s  
 Deformation Scale Factor: 1.0 (True Scale)  
 01.04.2026 10:28



# Со скальным грунтом

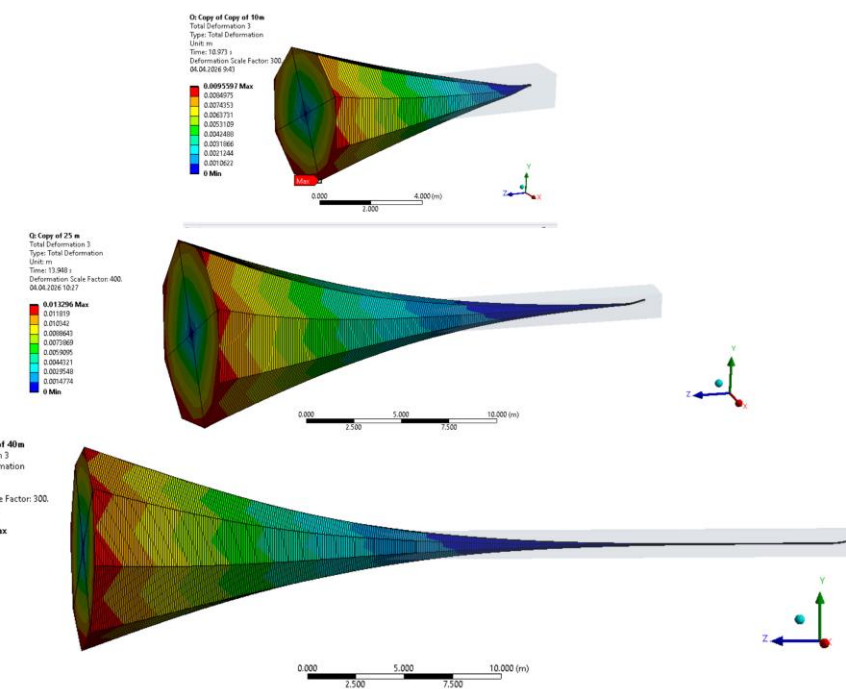
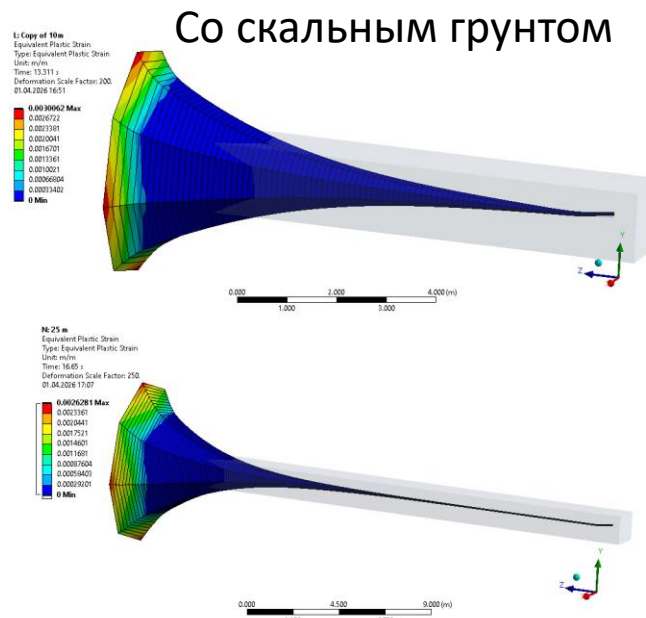
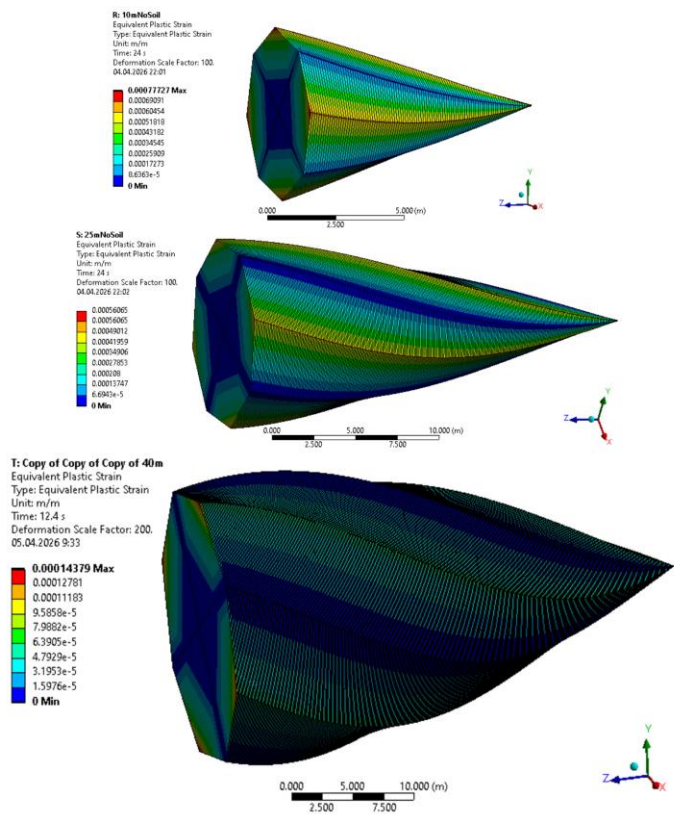
L: Copy of 10m  
 Equivalent Total Strain  
 Type: Equivalent Total Strain  
 Unit: m/m  
 Time: 11 s  
 Deformation Scale Factor: 1.0 (True Scale)  
 01.04.2026 10:10



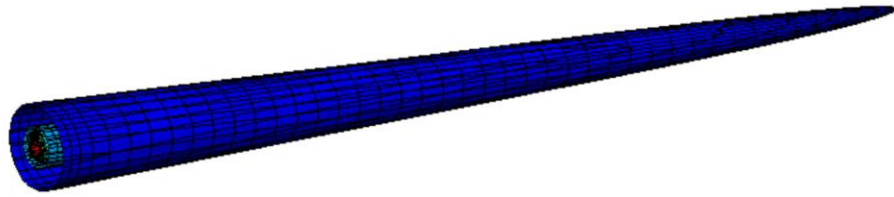
Без грунта

# Деформированные схемы и изополя деформаций и пластической деформации

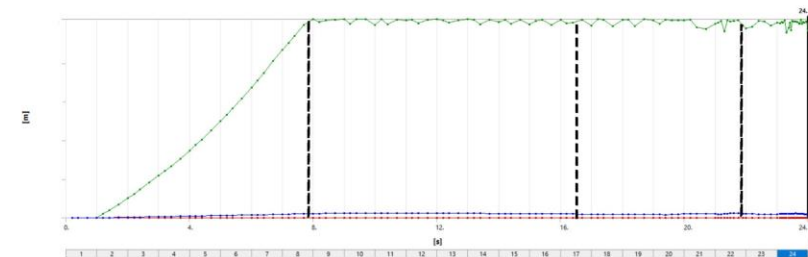
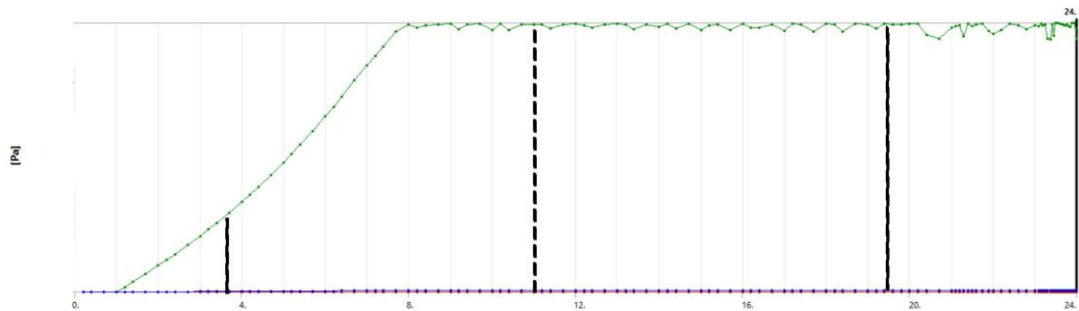
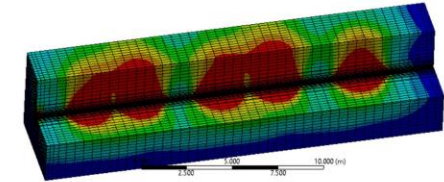
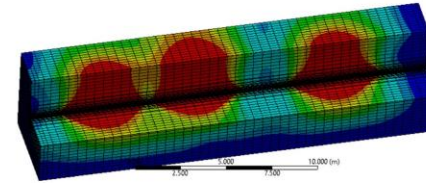
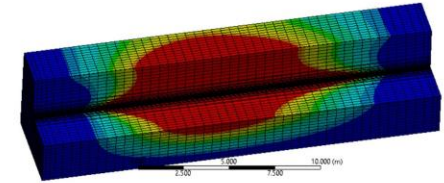
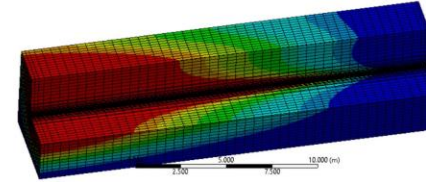
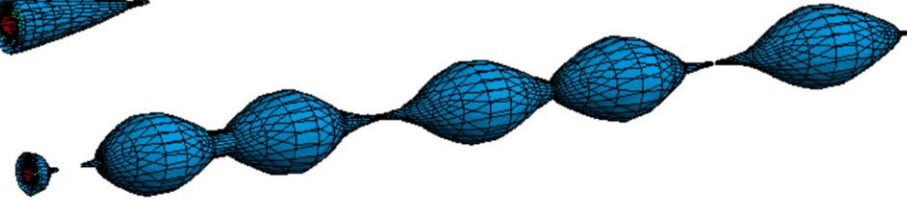
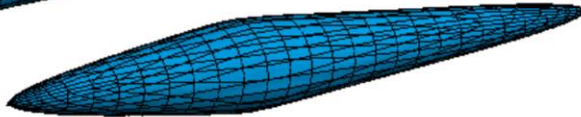
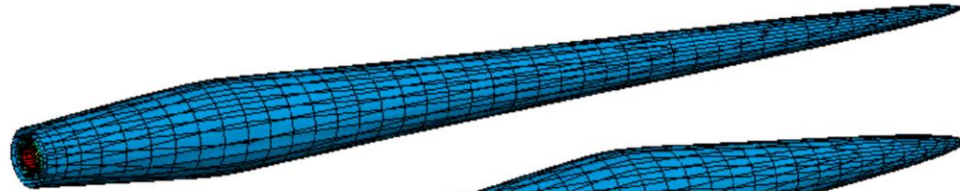
С песчаным грунтом



# Объёмные изополя напряжений и изополя перемещений в разрезе грунта

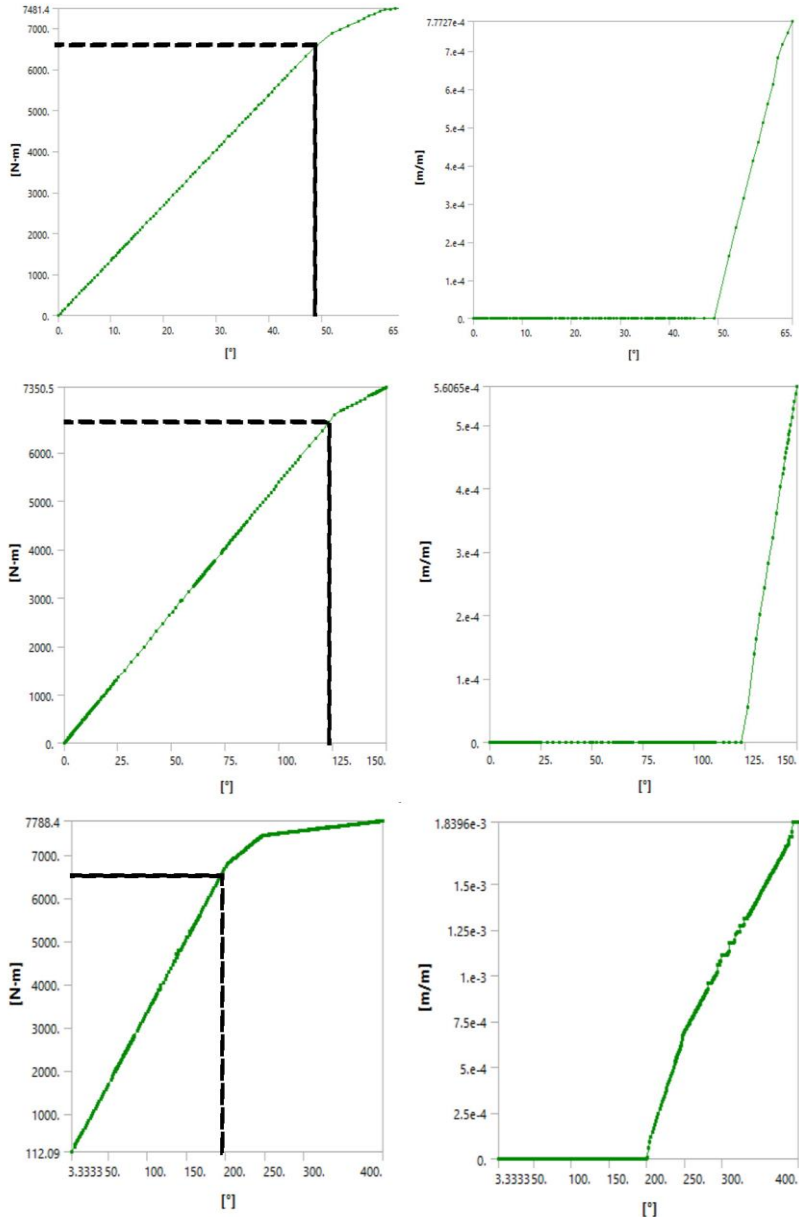


0.000 2.500 5.000 7.500 10.000 (m)

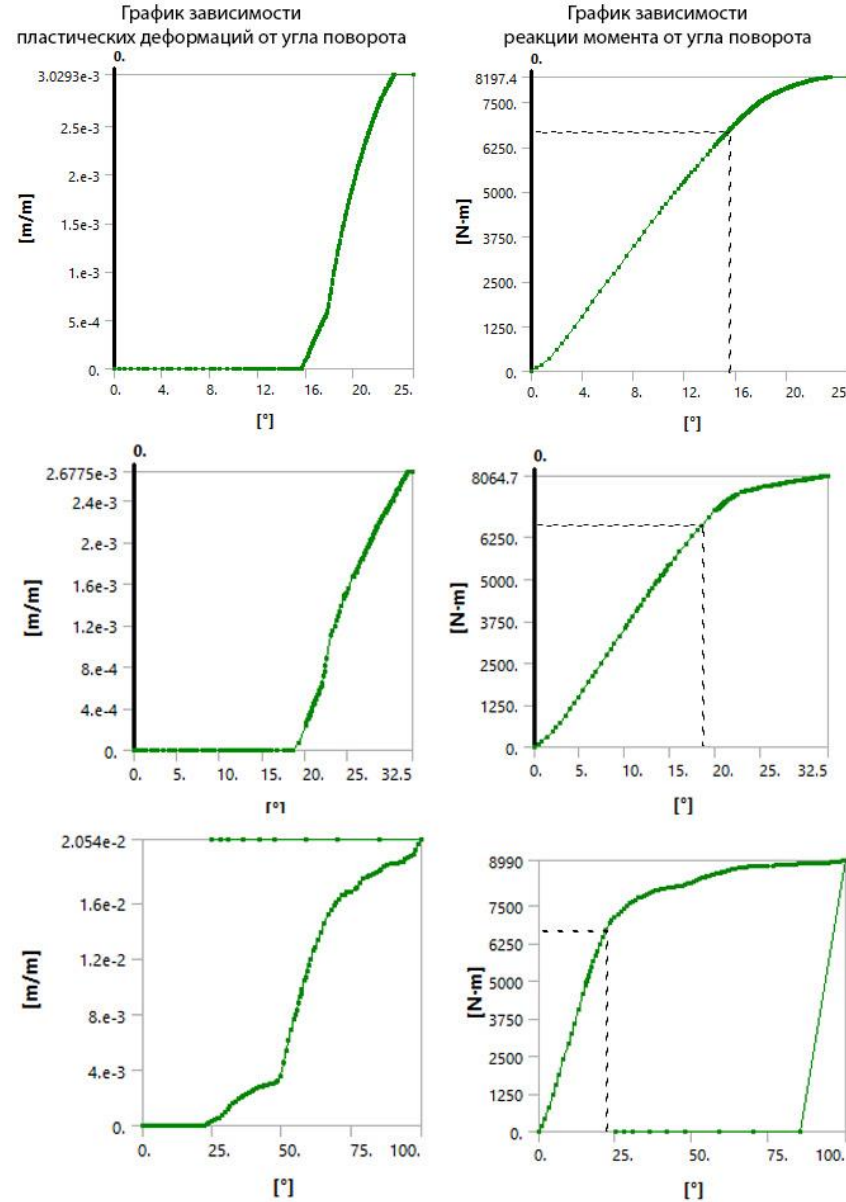


# Графики зависимости реакции момента и пластической деформации

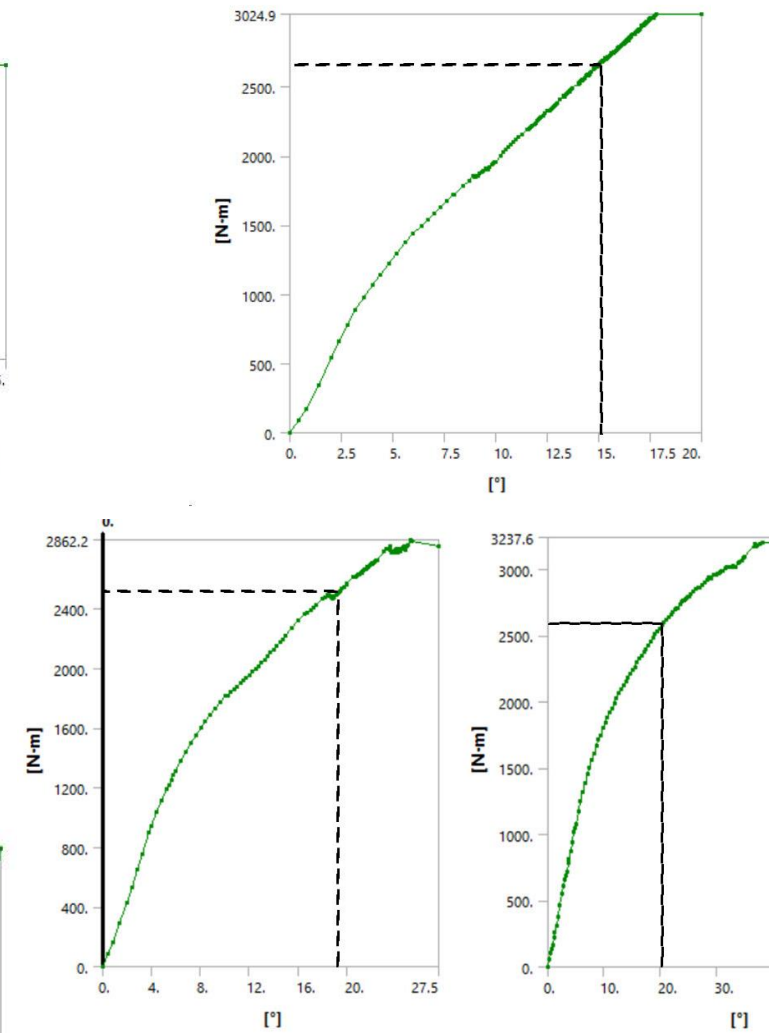
Без грунта



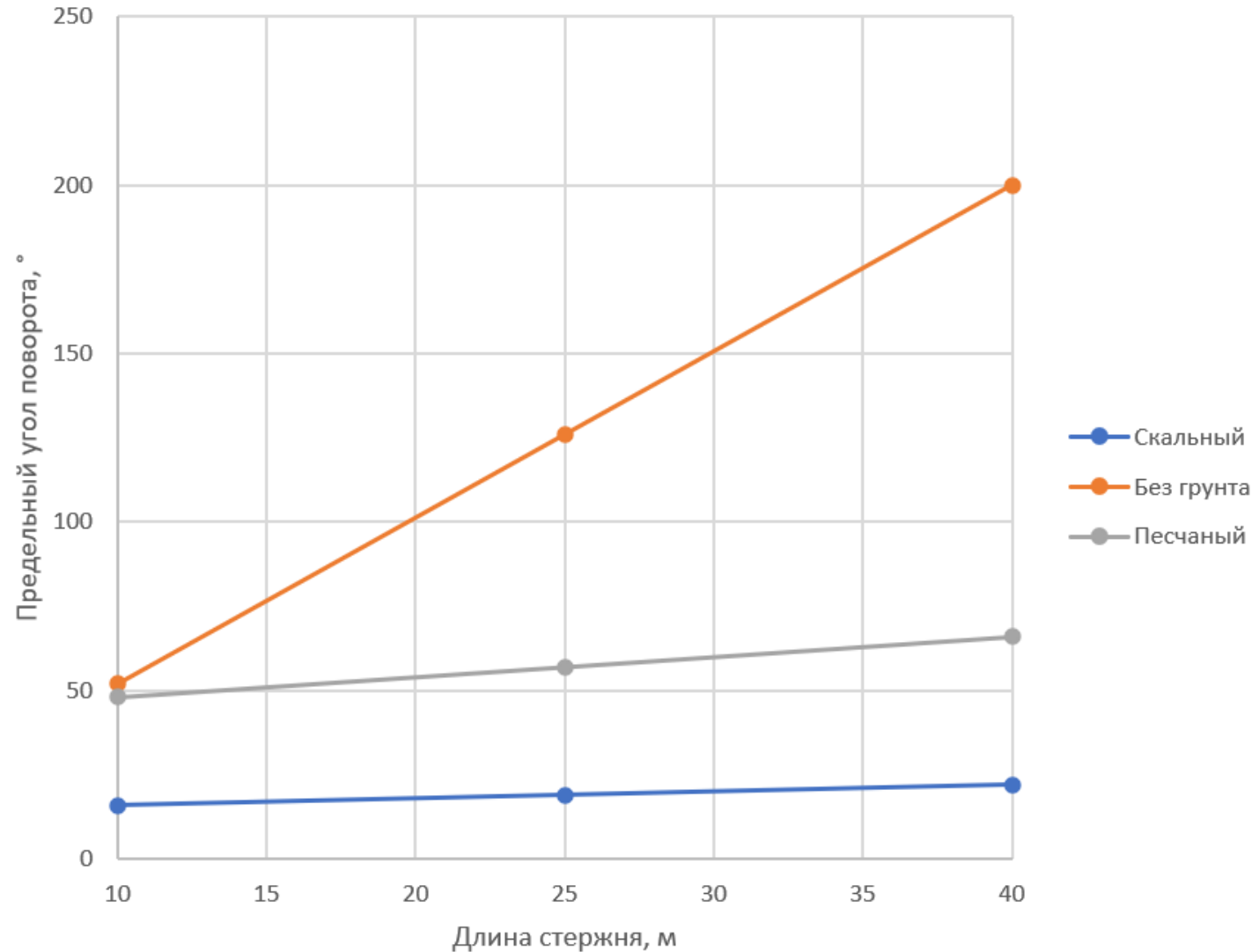
Со скальным грунтом



С песчаным грунтом



# Графики зависимости предельного угла поворота от длины стержня в скальном и песчаном грунте и без грунта



## ВЫВОДЫ

1. Предельный крутящий момент при расчёте: численным методом  $6.7 \text{ кН*м}$ ; аналитическим методом  $5.7 \text{ кН*м}$ . Он зависит от диаметра стержня, предельных касательных напряжений и не зависит от длины стержня и типа грунта.
2. Чем более прочный грунт, тем меньше предельный угол поворота.
3. «Защемление» стержня при более прочном грунте происходит на меньшем расстоянии от точки приложения момента, чем при более слабом грунте.