

????????????

?????????? ? ????????????? ????????? ?????? ?????? ????????????? ??????????. ???
???????? ???????, ????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????? ???????
????????? ? ?????????????????? ?????????????? ? ??????.

???????????? ? ?????????????????? ??? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ?????????????? ?????????? ?
????????????????? ?? ?????????????? ?????????? ??????????????????????. ?????????? ??????????????????????
????????????? ?????????? ?????????????:

????????????? ?????????????? ?????????????????? ??????????



?????????? ??????, ???????????, ?????????????????? ??? ?????????????????? ??????????, ?????? ??????????
?????????????, ?????????? ?????????? ??, ?????????????????????? ? ?.

????????????????????????????????? ??????????????????



????????????? ??????????, ??????????????, ?????????????????? ??? ?????????????? ?????????? ? ?.

?????????????



????????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????????? ?? ?????????? ?????????????????? ??????????,
????????????????? ?????????? ?????????????? ?, ? ?????????? ?????????, ?????????????????? ?????? ?????????????,
????????????????????? ?????????? ??? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????????? ?????? ?????? ?????????????????.

????????????

?????????? ?????????? ?????????? ??????????. ?????????? ?????????? ??????????
?????????????? ??????????? ??????????? ?????????? ? ?????????? ?? ?????????? ??????????. ??????
?????????????? ?????????? ?????????? ? ?????? ??????????????????? ?????????????? ? ??????
????????????????? ?? ?????? ?????????????????? ?????????? (????????????? ??????????????) ? ??????????????
????????? ??? ?????????????? ?????????? ?????????? ?, ??? ??????????????????, ?????? ??????????????????
????????? (????????????? ??????????????).

????????? ??????????????? ??????????????????



????????? ??????????? ?????????? ??? ?????????? ?????????? ???????????, ??????????????? ??????????,
??????????????????, ???????????????, ???????????, ? ?????? ??? ??????????? ?????????? ??????????????
?/???? ??????????????????????? ??? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ??????????.

???????????



????????? ?????????? ?????????? ?????? ? ??????????????? ?????????? ??????????. ??????? ??????????????
????????????? ?????????? ?????? ?????????????? ??????????????, ?????? ?????? ?????????????????? ??????????
????????????? ?????????????? ? ??????? ?????????????? ?? ?????????? ? ?????????? (????????? ?? ??????
?????????????????? ??????????????) ? ?? ????????? ?? ?????.

????????? ??????????????? ??????????????????????????????

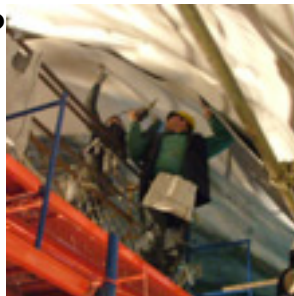


?????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????????? ??? ?? ?????????? ? ??????????????? ??
 ???????????????????, ?????????????????? ? ??????????????? ?????????? ?????????????? ??????????????
 ?????????????????????? ?????????? ??? ?????????? ?????????? ?????????????? ???.

????????????? ??? ?????????? ??????????????????????:

- ??????????? ?????????????????????????????????????? ??????????: ?????? ?????? ?? ?????????????? ??????????????????
 ??????????, ? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????? ????. ?????? ??????????
 ?????????????? ??? ??????????, ?????? ? ?????????????????? ? ?????????????????????????????? ??????????????
 ?????? ?? ?????????????????? ?? ??????????????????, ?? ?????????????? ?????????? ??????????, ? ??????
 ??? ?????????? ?????????????????????? ?????????????? ??? ??? ?????????????? ?????????????? ???
 (?????????????), ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?
 ?.
- ?????????? ? ?????????????? ??????????: ? ?????????? ?????????? ?????? ? ?????? ??????????
 ??????????????, ?.. ?? ?????????????? ?????? ?????????????? ?????? ??? ? ??????????, ??
 ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ??? ?????????????? ? ?????? ?????????? ??????????, ???
 ??? ?????????????? ? ?????????????? ?????????????????? ??????, ? ?????? ?????????????? ??????
 ?????????????? ??????, ?????????????? ?? ?????? ?????? ??????????. ? ??????, ?????? ??????????
 ?????????????????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ??? ? ?????????????? ??????????
 ?????????????????????????? ?????????????? ??????????.

????????????? ??????????



????? ?????? ?????????????? ?????????????????????? ? ?????????????? ??????????????????, ?????????? ??????
 ?????????????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????????? ?? ?????? ? ?????????? ?????????? ?????????????? ??
 ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ??? ? ?????????? ?? ?????????????? ??????????????????????????????
 ??????????, ?? ?????? ? ? ?????????????? ?????????????????????? ??? (????????????, ??????, ?????????????????? ?
 ?????????? ? ?????????????????????????? ??? ?????????????? ?????? ?? ?????????? ??????????), ? ?????? ?????? ???
 ?????????????????? ?????? (??????). ?????????? ?????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????? ??????????
 ?????????????????? ?????? (????????????? ?????? ?????? ???), ?????? ?????????????????? ?????????? ??????????????????,
 ?????? ? ?????????? «????????? ?????????????? ??????????». ?????????????? ?????????? ??? ??????????
 ?????????????? ??? ?????????? ?????????????????????????? ?????????????????? ? ?????????????? ??????????????????
 ?????????????????????????????????????? ??????????.

(?????????????: Tunnelling and tunnel mechanics – ??????. ?????????????? ?????????????, ????. Springer)